

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DIÓGENES MAGNO LAUBE

**MORFODINÂMICA PRAIAL ASSOCIADA À SANGRADOUROS NO
MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ.**

Pontal do Paraná

2012

DIÓGENES MAGNO LAUBE

**MORFODINÂMICA PRAIAL ASSOCIADA À SANGRADOUROS NO
MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, do Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Renato Lamour

Pontal do Paraná


2012

“Morfodinâmica Praial Associada à Sangradouros no Município de Pontal do Paraná”

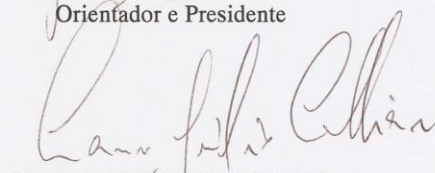
POR

Diógenes Magno Laube


Dissertação nº 97 aprovada como requisito parcial do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Dr. Marcelo Renato Lamour
Orientador e Presidente



Dr. Lauro Julio Calliari (FURG)
Membro Examinador



Dr. Elírio Ernestino Toldo Júnior (UFRGS)
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 30/03/2012.



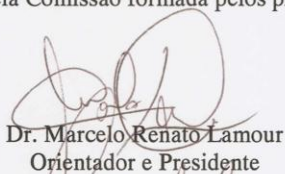
Curso de Pós-Graduação em Sistemas
Costeiros e Oceânicos da UFPR
Centro de Estudos do Mar - Setor Ciências da Terra - UFPR
Avn. Beira-mar, s/n.º - Bairro, Pontal do Sul - Pontal do Paraná - Paraná - Brasil
Tel. (41) 3511 8644 - Fax (41) 3511 8644 - www.cem.ufpr.br/pgsisco - pgsisco@ufpr.br

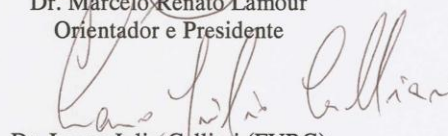
TERMO DE APROVAÇÃO


Diógenes Magno Laube

Morfodinâmica Praial Associada à Sangradouros no Município de Pontal do Paraná

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Sistemas Costeiros e Oceânicos, da Universidade Federal do
Paraná, pela Comissão formada pelos professores:


Dr. Marcelo Renato Lamour
Orientador e Presidente


Dr. Lauro Julio Calliari (FURG)
Membro Examinador


Dr. Elírio Ernestino Toldo Junior (UFRGS)
Membro Examinador

Pontal do Paraná, 30/03/2012.

CATALOGAÇÃO NA FONTE:
UFPR / SIBI - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar

L361m Laube, Diógenes Magno
 Morfodinâmica praial associada à sangradouros no município de Pontal do
Paraná. / Diógenes Magno Laube. – Pontal do Paraná, 2012.
 106 f.; 29 cm.

Orientador: Dr. Marcelo Renato Lamour

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

1. Morfodinâmica . 2. Drenagem Costeira. 3. Pontal do Paraná.
I. Título. II. Marcelo Renato Lamour. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 551.36

À Erika Kiemo

Por ser o Sol que ilumina minha vida

E me dá forças para continuar...

AGRADECIMENTOS

À Erika Kiemo Pfau Santos. Por ter me dado a mão e ter me tirado da escuridão quando mais precisei. Pelos dias, noites e madrugadas de trabalho intenso. Sempre disposta me ajudando na confecção do desafio que foi essa dissertação. Pela cumplicidade e pelo amor incondicional que me fazem ser uma pessoa melhor a cada dia.

Ao meu orientador e grande amigo Professor Marcelo Renato Lamour. Pela amizade que ultrapassou a academia. Pela parceria e por colocar a mão no fogo por mim. “Ou você aprende ouvindo os mais experientes. Ou você aprende batendo a cabeça na porta”. Muito obrigado por tudo. Pelo convívio no LOGeo, nas noites de basquete, nos churras e sobre os papos da vida.

Aos meus pais e minhas irmãs Irio Laube, Roselane da Luz Laube, Lorreine Iria Laube e Jenifer Maira Laube. Por acreditarem e por sempre estarem lá por mim.

A CAPES pela bolsa de mestrado e a Fundação Araucária pelo apoio para a realização desse trabalho.

Ao PGSISCO/UFPR por todo apoio logístico de recursos materiais e humanos para a conclusão com êxito dessa dissertação.

Aos Professores Elírio Toldo Júnior e Lauro Júlio Calliari, por terem vindo lá do RS trazendo valiosas contribuições e por terem compreendido o desafio que foi a realização desse mestrado.

Ao Professor Carlos Alberto Borzone pelas conversas sobre os índices morfodinâmicos praias, pelos artigos raríssimos do Short e Wright da década de 1980, os quais são impossíveis de serem encontrados na internet e por entender o meu trabalho.

Ao Professor Marcelo Sandin Dourado pela ajuda com a aquisição dos dados de precipitação e com o seu processamento no FORTRAN.

Ao Denis Harley Feijó Cardoso pela ajuda com o processamento dos dados de precipitação e umidade do ar no FORTRAN e por ter me apresentado o Skrillex em uma ensolarada manhã de Janeiro de 2012.

À minha amiga dentro dessa longa jornada que é a oceanografia Pâmela Emanuely Cattani. Muito obrigado pelos conselhos, ajuda e pelo companheirismo ao longo desses sete anos em Pontal.

Ao Mihael Machado de Souza. Por toda a ajuda com as fórmulas de transporte de sedimentos e pelas rotinas desenvolvidas que foram imprescindíveis para esse trabalho.

À Mirella Leis pela confecção do abstract nos 39' do segundo tempo.

Ao meu irmão negão João Regis dos Santos Filho por estar lá nos momentos cruciais com seus conselhos e papos francos. Te amo cara!

Aos meus queridos colegas de LOGeo por todo apoio, conversas, cafés, peneiramentos, pipetagens, faxinas, coletas, churrascos, congressos, festas e por dois anos de companhias, conquistas, lágrimas, suor e sangue! Muito obrigado Pâmela Emanuely Cattani, Juliane Castro Carneiro, Larissa Cristina Alves, Felipe Ricardo de Freitas, Rafael Alexandre Pilato, Mirella Leis, Mihael Machado de Souza, Kaline Brazauskas e as novas integrantes pela ajuda no processamento das amostras do mestrado Anne Nanohay e Amanda Albano.

Quero agradecer em especial aos meus caros ajudantes de campo: Erika, Pira, Rafa, Carequinha, Mi, Pami, Tuan, Lore, Kaline, Maurício, Lari, Jens, Miha, Lígia, Glau, Rolf, Bryan, Eli, Conrado, Felipe, Marco, Amanda, Cassio e Paraguaçu. Sem a ajuda essencial de vocês esse projeto jamais teria sido executado. Juntos fizemos topografia em uma área de 115.500 m² no sangradouro Barrancos e 151.800 m² no sangradouro Olho D'Água. Fizemos isso tudo em baixo de muito sol e até de chuva, com raça e cotando com a vontade de vocês de me ajudarem e de aprenderem um pouquinho mais sobre o funcionamento das praias dessa linda região que é o litoral do Paraná. Minha segunda casa.

Agradeço ao Sr. Antônio e a Ester do Restaurante Ilha do Mel, mais conhecido como R.U. do CEM, por todas as conversas relembrando da nossa terrinha no meio da tarde enquanto recarregava as energias e por marcar minha conta quilométrica.

Ao Giordano e ao Conrado pelas conversas bem humoradas e pela pronta ajuda pra qualquer bronca que aparecesse no meio desse tortuoso caminho!

Ao Ceiton e a Jully por toda a paciência com esse aluno enrolado que sempre requisitava documentos para ontem.

A todos que de alguma forma colaboraram para a realização desse trabalho. Desculpem se esqueci de alguém!

*"O mundo está nas mãos daqueles que têm coragem de sonhar e correr o
risco de viver seus sonhos. Cada qual com seus talentos"*

Paulo Coelho

RESUMO

Nas praias oceânicas do município de Pontal do Paraná encontram-se diversos corpos aquosos, denominados sangradouros, que drenam a água acumulada na planície de cordões litorâneos regressivos. Os sangradouros influem de forma direta na morfodinâmica dessas praias erodindo o pós-praia e transportando esses sedimentos ao longo do perfil. O objetivo desse trabalho foi analisar e caracterizar a morfodinâmica das praias oceânicas do município de Pontal do Paraná que se encontram sob influência de sangradouros, levando em consideração as forças oceanográficas e meteorológicas atuantes nesses locais, evidenciando seu papel na dinâmica praial do litoral do estado do Paraná. Para tanto foram efetuados perfis praias nos balneários Barrancos (PBA; 25°36'S/48°24'W) e Olho D'Água (POA; 25°38'S/48°25'W) com malhas regulares de 19.250 m² e 25.410 m², respectivamente, recobrimdo toda a área de influência das desembocaduras dos sangradouros. Essa malha foi delimitada para observar as mudanças morfológicas e volumétricas ocorridas ao longo de seis meses de estudo. Além disso, foram amostrados sedimentos no interior e nas adjacências da calha ativa dos sangradouros a fim de se observar mudanças nos padrões granulométricos em relação à localização dos perfis e ao período de estudo. Foram feitas medições de fluxo e captura de sedimentos para o cálculo de quantificação do transporte por carga de fundo (qt). Para um estudo integrado das forças oceanográficas e meteorológicas foram adquiridos dois conjuntos de dados que influem na morfodinâmica local. A análise dos dados morfológicos e os volumes dos perfis foram obtidos pela elaboração de modelos digitais de elevação (MDEs) através da interpolação por krigagem. As análises granulométricas foram feitas pelo método do peneiramento obtendo-se os parâmetros estatísticos granulométricos. A variabilidade dos estados morfodinâmicos foi calculada através dos métodos do parâmetro escalar de surfe (surf-scaling parameter; ϵ), do parâmetro adimensional de Dean (Ω) e o número de Iribarren (Σb). Os perfis PBA e POA tiveram comportamentos morfodinâmicos variando entre intermediário e dissipativo, onde observou-se uma tendência de perfis dissipativos na calha ativa dos sangradouros e de segmentos intermediários nas adjacências, sendo que não foi observado um padrão para os estágios ao longo do período de estudo. As modificações morfológicas nos perfis devem-se à ação conjunta das ondas e dos fluxos dos sangradouros. Ocorreu uma tendência à deposição de sedimentos na porção S das áreas amostradas, levando ao desenvolvimento de feições como uma berma no PBA e uma barra arenosa longitudinal no POA. Na porção N notou-se a erosão do sopé das dunas frontais e a migração da calha ativa dos sangradouros para esse quadrante em ambos os perfis. Com a incidência de 10 eventos seguidos de ressacas ocorreu o fechamento das desembocaduras dos sangradouros. No POA ocorreu a abertura artificial da desembocadura do sangradouro, devido à relatos de alagamento por parte de moradores e pescadores da comunidade local. Os sedimentos encontrados nas extremidades das áreas amostradas e nas calhas ativas dos sangradouros foram num geral areias finas e muito finas, bem e muito bem selecionadas. O transporte efetuado pelos sangradouros foi significativo atingindo valores médios de 2,39 X 10⁻⁶ m³.m⁻¹.s⁻¹ no PBA e 2,92 m³.m⁻¹.s⁻¹ no POA. Esse transporte levou à formação de “deltas” próximo à linha de água. No PBA no mês de julho foi observado um “delta” com cerca de 600 m³ de volume depositado. Durante os seis meses de estudo, não foi observado um padrão de períodos erosivos e deposicionais nas áreas estudadas. Num geral ocorreu erosão no PBA de 7.877 m³ e deposição no POA de 4.912 m³.

ABSTRACT

In the oceanic beaches of the municipality of Pontal do Paraná are found diverse water bodies named washouts, which drain the water accumulated in regressive beach ridges. The influence of washouts in these beaches morphodynamics is direct, through the erosion of backshore and transport of sediments along the beach profile. This work aimed to analyse and characterize the morphodynamics of Pontal do Paraná oceanic beaches influenced by washouts, taking into consideration oceanographic and meteorological parameters, highlighting the role they play on shore dynamics along the coast of Paraná State. To do so, beach profile data were acquired in the localities of Barrancos (PBA; 25°36'S/48°24'W) and Olho D'Água (POA; 25°38'S/48°25'W), using regular sampling grids of 19.250 m² and 25.410 m², respectively, recovering the entire area under influence of the washouts inlets. The sampling grid was established to cover the morphological and volumetric changes that occurred in the period of six months. Besides, sediment samples were taken inside the channel and along the marginal zones of the washouts, to identify spatial and temporal changes in granulometric parameters. To quantify the bedload transport, flux measurements along with sediment trapping were taken. For the integration of oceanographic and meteorological forcings, two different groups of data were acquired. Morphological data analysis and profile volumes were obtained through the elaboration of Elevation Digital Models (EDM) using kriging. Granulometric statistical parameters were determined after a granulometric analysis, made by sieving. Variability of the morphodynamic states was calculated using surf-scaling parameter, Dean adimensional parameter (Ω) and the Iribarren number (Σ_b). The PBA and POA profiles presented different morphodynamics, varying between intermediate and dissipative. There was a tendency of dissipative profiles inside the active main channel of the washouts and intermediate characteristics in the adjacencies with no general pattern observed to the stages along the temporal scale of coverage. Morphological modifications were due the joint action of waves and washouts fluxes. A depositional tendency was observed on the South portion of the area, responsible for the development of a berm on PBA profile and a longshore sandy bar on POA profile. In the North portion, the erosion of the basis of frontal dunes and migration of the washouts active main channel to North were detected in both profiles. As a result of the incidence of 10 consecutive storm surges events, the inlets of the washouts closed. In POA profile, the opening of an inlet was made in an artificial way, since it had been generating floods, according to fisherman and local community reports. Sediments located on the ends of the sampled areas were classified as being fine and very fine sands, well and very well sorted, in general. The sediment transport along the washouts was significant, with mean values of $2,39 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ in PBA and $2,92 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ in POA, leading to the formation of deltas near the waterline. A delta around 600m³ was identified in PBA in July. Neither erosional or depositional patterns were detected, when considered the time period this study comprised. In general, occurred the erosion of 7.877 m³ in PBA and the deposition of 4.912 m³ in POA.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: TERMINOLOGIA E DISTRIBUIÇÃO DE AMBIENTES E SUBAMBIENTES LITORÂNEOS AO LONGO DO PERFIL PRAIAL.....	18
FIGURA 2: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO ARCO PRAIAL DE PRAIA DE LESTECOM A DISTRIBUIÇÃO DE SEUS PRINCIPAIS BALNEÁRIOS, A REPRESENTAÇÃO DA MALHA URBANA DO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ, DAS ISÓBATAS DE -5 E -10 M.....	21
FIGURA 3: MAPA HIPSOMÉTRICO EVIDENCIANDO O RELEVO DOS CORDÕES HOLOCÊNICOS (A) E DETALHE DE UMA DEPRESSÃO INTERCORDÕES ALAGADA NO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ (B).	22
FIGURA 4: MAPA INDICANDO A OCUPAÇÃO DO NÚCLEO URBANO ÀS MARGENS DA GAMBOA BARRANCOS E A ÁREA DE ALIMENTAÇÃO DO SANGRADOURO.	23
FIGURA 5: VISÃO GERAL DA ÁREA DE DRENAGEM DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO BARRANCOS.	24
FIGURA 6: VISÃO GERAL DA ÁREA DE DRENAGEM DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO OLHO D'ÁGUA.	25
FIGURA 7: INDICAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIAS NO PERFIL PRAIAL EMERSO DOS SANGRADOUROS BARRANCOS E OLHO D'ÁGUA.....	26
FIGURA 8: MAPA INDICANDO A ÁREA DE OCUPAÇÃO DO NÚCLEO URBANO ÀS MARGENS DO CANAL OLHO D'ÁGUA E A ÁREA DE ALIMENTAÇÃO DO SANGRADOURO.....	27
FIGURA 9: INDICAÇÃO DOS ZEROS RELATIVO, DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PERFIL BARRANCOS (A) E PERFIL OLHO D'ÁGUA (B).	30
FIGURA 10: CROQUI ESQUEMÁTICO DA MALHA AMOSTRAL UTILIZADA NO MONITORAMENTO MORFODINÂMICO NAS PRAIAS COM PRESENÇA DE SANGRADOUROS. OS PONTOS VERMELHOS SÃO OS LOCAIS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS.....	30
FIGURA 11: DETALHE DA CONFIGURAÇÃO USADA PARA A CAPTURA DE SEDIMENTOS PELA ARMADILHA PADRÃO NO LEITO DO SANGRADOURO OLHO D'ÁGUA.....	32
FIGURA 12: FOTOGRAFIA PANORÂMICA DA CONFIGURAÇÃO DA CALHA ATIVA DO PBA NO MÊS DE FEVEREIRO.	39

FIGURA 13: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS PERFIS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NO PERFIL F; E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO A PARTIR DO PONTO 80 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS B E G (B).....	40
FIGURA 14: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DAS BANCOS ARENOSAS NA CALHA ATIVA DO PBA NO MÊS DE MARÇO.	42
FIGURA 15: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DOS MEANDROS NA CALHA ATIVA DO PBA NO MÊS DE ABRIL.....	46
FIGURA 16: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM MARÇO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NOS PERFIS F E H E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO A PARTIR DO PONTO 40 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AO SEGMENTO D (B).....	44
FIGURA 17: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM ABRIL ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NO PERFIL G E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO A PARTIR DO PONTO 50 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS D E H (B).	47

FIGURA 18: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA ESCARPA NO PERFIL G DO PBA NO MÊS DE MAIO.	49
FIGURA 19: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM MAIO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NO PERFIL E E SUA POSTERIOR ELEVÇÃO A PARITR DO PONTO 40 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS D E H (B).	51
FIGURA 20: FOTOGRAFIA PANORÂMICA COM A INDICAÇÃO DO FECHAMENTO DA CALHA ATIVA SO SANGRADOURO DO PBA NO MÊS DE JUNHO.	52
FIGURA 21: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM JUNHO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 7 PERIFS NORMAIS À COSTA, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE CADA PERFIL, NOTANDO-SE A AUSÊNCIA DE SEGMENTOS COM TOPOGRAFIA REBAIXADA, EVIDENCIANDO A AUSÊNCIA DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO.	54
FIGURA 22: FOTOGRAFIA PANORÂMICA COM A INDICAÇÃO DA REABERTURA DA CALHA ATIVA SO SANGRADOURO DO PBA NO MÊS DE JULHO.	55
FIGURA 23: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM JULHO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NO	

PERFIL F E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO A PARTIR DO PONTO 60 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AO SEGMENTO D (B).....	57
FIGURA 24: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA BARRA ARENOSA LONGITUDINAL EM FRENTE À DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO DO POA NO MÊS DE FEVEREIRO.....	58
FIGURA 25: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA DUNA FORMADA DEVIDO O APRISIONAMENTO DE SEDIMENTOS PELA VEGETAÇÃO, NO PÓS-PRAIA DO PERFIL G NO, POA NO MÊS DE FEVEREIRO.....	60
FIGURA 26: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL G, ENTRE OS PONTOS 30 E 70 M E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO A PARTIR DO PONTO 80 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS D E H (B).	61
FIGURA 27: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA ESCARPA NO PERFIL G, DO POA NO MÊS DE MARÇO.....	63
FIGURA 28: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA DUNA FORMADA PELO APRISIONAMENTO DE SEDIMENTOS NO PERFIL H, DO POA NO MÊS DE MARÇO.	64
FIGURA 29: FOTOGRAFIA PANORÂMICA DA CONFIGURAÇÃO DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO POA NO MÊS DE MARÇO.....	64
FIGURA 30: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL F,	

ENTRE OS PONTOS 0 E 50 M E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO A PARTIR DO PONTO 60 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS D E H (B).	65
FIGURA 31: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA ESCARPA NO PERFIL H, DO POA NO MÊS DE MARÇO.....	67
FIGURA 32: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL F, ENTRE OS PONTOS 0 E 40 M E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO A PARTIR DO PONTO 50 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AO SEGMENTO D (B).....	69
FIGURA 33: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DAS MARCAS ONDULADAS NA REGIÃO DO PERFIL B, DO POA NO MÊS DE MAIO.....	70
FIGURA 34: FOTOGRAFIA INDICANDO A CONFIGURAÇÃO DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO NO PERFIL F, DO POA NO MÊS DE MAIO.	71
FIGURA 35: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL F, ENTRE OS PONTOS 0 E 30 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO), E SEU POSTERIOR NIVELAMENTO COM OS PERFIS E E H (B).	73
FIGURA 36: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA ESCARPA NO PERFIL B, DO POA NO MÊS DE JUNHO.....	75
FIGURA 37: FOTOGRAFIA INDICANDO A ABERTURA ARTIFICIAL DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO ENTRE OS PERFIS B E D, DO POA, NO MÊS DE JUNHO.	77

FIGURA 38: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL C, ENTRE OS PONTOS 0 E 70 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO), E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO ENTRE OS PONTOS 80 E 90 M AOS EM RELAÇÃO SEGMENTOS A E D (B).....	78
FIGURA 39: FOTOGRAFIA INDICANDO A DEPRESSÃO PRESENTE NO REGIÃO DO PERFIL B, DO POA, NO MÊS DE JULHO.....	79
FIGURA 40: FOTOGRAFIA PANORÂMICA DA CONFIGURAÇÃO DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO POA NO MÊS DE JULHO.	82
FIGURA 41: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL E, ENTRE OS PONTOS 0 E 60 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO), E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO ENTRE OS PONTOS 70 E 100 M AOS EM RELAÇÃO SEGMENTOS B E F (B).....	83
FIGURA 42: VARIAÇÃO VOLUMÉTRICA MENSAL (M³) DOS PERFIS PRAIAIS SOB INFLUÊNCIA DOS SANGRADOUROS BARRANCOS (PBA) E OLHO D'ÁGUA (POA) ENTRE FEVEREIRO E JULHO DE 2011	85

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: BALANÇO DOS VOLUMES DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU ACRESCIDOS (+) EM METROS CÚBICOS (m ³), NO PERÍODO ENTRE FEVEREIRO E JULHO DE 2011 DO PERFIL PRAIAL SOB INFLUÊNCIA DO SANGRADOURO BARRANCOS.....	94
TABELA 2: BALANÇO DOS VOLUMES DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU ACRESCIDOS (+) EM METROS CÚBICOS (m ³), NO PERÍODO ENTRE FEVEREIRO E JULHO DE 2011 DO PERFIL PRAIAL SOB INFLUÊNCIA DO SANGRADOURO OLHA D'ÁGUA.....	95
TABELA 3: OCORRÊNCIA DE RESSACAS, DIREÇÃO E ALTURA DAS ONDAS, A 10 M DE PROFUNDIDADE, NA ÁREA CHARLIE, NO PERÍODO ENTRE MAIO E JULHO DE 2011. FONTE: CENTRO DE HIRDOGRAFIA E NAVEGAÇÃO (CHM, 2011).....	97
TABELA 4: ONDAS INCIDENTES MENSURADAS ATRAVÉS DO MÉTODO VISUAL DE MELO (1993) NOS PERFIS BARRANCOS E OLHO D'ÁGUA.....	101

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS.....	xviii
SUMÁRIO	xix
1 INTRODUÇÃO.....	21
2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO	25
2.1 Sangradouro Barrancos.....	28
2.2 Sangradouro Olho D'Água.....	30
2.3 Plataforma Continental Interna.....	33
2.4 Forçantes Oceanográficas e Meteorológicas.....	33
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
3.1 Análise dos Dados.....	37
4 RESULTADOS	41
4.1 Morfodinâmica Praial dos Perfis Barrancos e Olho D'Água	41
PBA.....	42
POA.....	63
4.2 Variações Volumétricas dos Perfis Barrancos e Olho D'Água	89
4.3 Forçantes Oceanográficas e Meteorológicas que Influem nos Sangradouros	90
5. DISCUSSÃO	94
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

BEACH MORPHODYNAMICS ASSOCIATED TO WASHOUTS IN SOUTH BRAZIL.**MORFODINÂMICA PRAIAL ASSOCIADA À SANGRADOUROS NO SUL DO BRASIL.**

Revista pretendida: Estuarine Coastal and Shelf Science (ECSS), ISSN (0272-7714), Fator de impacto (JCR=2010): 1.887, Qualis CAPES: Estrato A2

Diógenes Magno Laube^{1,2*}; Marcelo Renato Lamour¹

¹Laboratório de Oceanografia Geológica; Centro de Estudos do Mar; Universidade Federal do Paraná. CP 61, CEP 83255-976 Pontal do Paraná, Paraná, Brasil.

²Programa de Pós-graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos – Universidade Federal do Paraná.

Keywords: Morphodynamics; beaches; coastal plain drainage

Palavras-chaves: Morfodinâmica; praias; drenagem da planície costeira;

* Corresponding author: diogenes.laube@ufpr.br ; phone/fax +554135118615

1 INTRODUÇÃO

A morfodinâmica das praias oceânicas é controlada, principalmente, pela ação das ondas que incidem na plataforma continental rasa, pelas correntes de retorno e de deriva litorânea, sendo a plataforma e a planície costeira áreas fontes de sedimentos para o perfil praial. As trocas de sedimentos que ocorrem entre a zona de surfe e o estirâncio são uma resposta da quebra das ondas sobre os bancos de arrebentação. As ondas de surfe tendem a transportar os sedimentos são em direção à costa. Já as ondas de tempestade tendem a erodir os sedimentos depositados no estirâncio e na linha de costa, transportando-os, novamente, em direção à zona de surfe (WRIGHT & SHORT, 1984; WRIGHT, 1995; BEER, 1997; SHORT, 1999; BIRD, 2008).

As diferentes forçantes que atuam nos perfis praias (altura e período da onda, tipo de sedimentos e inclinação da praia), a dinâmica de troca de sedimentos e seu comportamento morfológico ao longo do tempo, podem ser representados por seis estágios morfodinâmicos principais, que são definidos pelas características intrínsecas de cada perfil, através de cálculos utilizando o parâmetro adimensional do Dean (Ω), o parâmetro escalar de surfe (ε) e o número de Iribarren (Σb). Esses métodos levam em consideração a altura e o período das ondas, o tamanho dos sedimentos e a inclinação do perfil praial para mensurar o nível de reflexão ou dissipação da energia das ondas incidentes (WRIGHT & SHORT, 1984; SHORT, 1999).

Esses estágios possuem dois extremos, um dissipativo e outro refletivo, além de quatro estados intermediários (WRIGHT & SHORT, 1984). O estado dissipativo apresenta um perfil praial com baixa declividade, com uma Zona de Surfe larga onde estão presentes múltiplos bancos arenosos submersos, onde as ondas dissipam sua energia antes de atingir a face praial. A energia de ondas é geralmente alta e ocorre a presença de areias finas (SILVEIRA *et. al.*, 2011). O estado refletivo apresenta quase a ausência da Zona de Surfe, ocorrendo a quebra das ondas na face praial. Isso gera uma alta declividade e a ocorrência de cúspides. A energia de ondas é baixa e ocorrem areias grossas. Nos quatro estados intermediários os perfis possuem bancos submersos, longitudinais e/ou normais à costa. Esses estados são os mais instáveis e de maior variabilidade espacial e temporal. Eles são compostos geralmente por areias médias, possuindo declividades moderadas e uma gradação

quanto às suas tendências dissipativas ou refletivas, sendo eles: banco e cava longitudinais; banco e praia rítmico; banco transversal e rip e banco e canal/terraço de maré baixa (SILVEIRA *et. al.*, 2011).

Segundo ANGULO (1996), variações do nível relativo do mar de curtos períodos originadas pelas marés, pelas tempestades e por processos gerados pela incidência das ondas no ambiente praial, permitem a delimitação de 5 subambientes no perfil praial (FIGURA 1):

O pós-praia (*backshore*) que estende-se do continente a partir da linha de costa até a antepraia. Tal limite é marcado por uma mudança morfológica que consiste em uma leve alteração da declividade, caracterizada como a crista da berma. O limite hidrodinâmico dessa região é o espriamento das ondas na preamar e o alcance máximo das ondas de tempestade. A antepraia (*foreshore*) situa-se entre o pós-praia e a face litorânea, que pode ser morfológicamente dividida em: porção superior, que possui maior declividade, também chamada de face praial ou estirâncio; e porção inferior, com declividade menos acentuada, denominada também como terraço de baixamar. O limite hidrodinâmico dessa região se encontra entre o espriamento na média da preamar e da baixamar. A face litorânea (*shoreface*) tem seu limite, em direção ao continente, com a antepraia, e com a zona de transição litoral afora. Esse sub-ambiente encontra-se entre o nível médio de baixa-mar até onde a ação das ondas passa a influenciar o fundo marinho, onde podem ocorrer bancos e canais longitudinais. Hidrodinamicamente essa região caracteriza-se pela presença da zona de surfe, zona de arrebentação e zona de empinamento das ondas. A zona de transição litoral afora (*transition offshore*) encontra-se entre a face litorânea, em direção ao continente, e a plataforma continental, no sentido do oceano. Essa área abrange a base média de ondas de bom tempo e a base média de ondas de tempestade. A plataforma continental limita-se apenas com a zona de transição litoral afora, em direção ao continente, sendo influenciada, hidrodinamicamente, pela média da base das ondas de tempestade, onde começam a interagir com o fundo marinho.

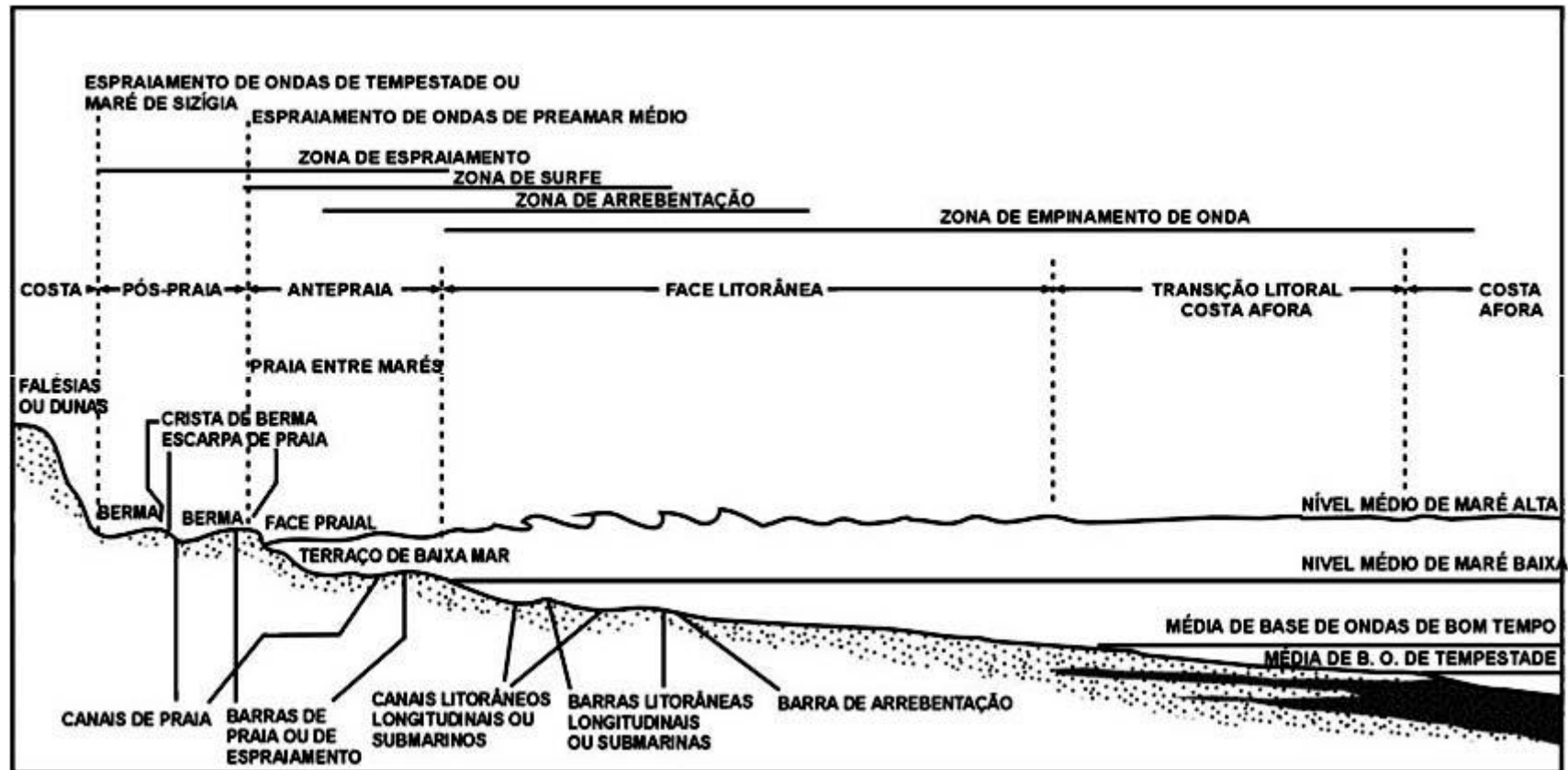


FIGURA 1: TERMINOLOGIA E DISTRIBUIÇÃO DE AMBIENTES E SUBAMBIENTES LITORÂNEOS AO LONGO DO PERFIL PRAIAL.

Calliari & Pereira da Silva (1998) definem os sangradouros como cursos de água que drenam que fluem a partir da linha de costa, em direção ao mar, passando ao longo do pós-praia e do estirâncio até a linha de água. Eles possuem larguras médias de 100 m e comprimentos que variam juntamente com o comprimento da zona de espraiamento. A origem desses corpos aquosos ocorre a partir dos brejos intercordões e gamboas presentes na planície costeira holocênica, as quais drenam as águas pluviais acumuladas nas cavas dos cordões litorâneos, irrompendo no perfil na forma de sangradouros.

Segundo Pereira da Silva (1998), os sangradouros são subdivididos em três tipos principais:

1) Efêmeros: formados a partir da ação imediata das chuvas, onde sua permanência no estirâncio ocorre durante e após as chuvas, desaparecendo pouco tempo após o término destas;

2) Intermitentes: ativos em certas épocas do ano e secos em outras. As variações do nível freático são determinantes para o abastecimento de água do sangradouro, sendo que estas variações apresentam, geralmente, um comportamento sazonal, e;

3) Permanentes: os quais não dependem de condições sazonais, permanecendo ativos durante, praticamente, o ano todo.

Os fluxos de água dos sangradouros respondem diretamente as taxas de precipitação pluviométrica de sua área de drenagem, que podem alterar suas velocidades e por consequência seu potencial erosivo e de transporte, no pós-praia e no estirâncio (PEREIRA DA SILVA, 1998). Devido à erosão dessas feições, como as dunas frontais e as bermas, os sangradouros disponibilizam sedimentos ao longo do estirâncio, na forma de bancos arenosos e pequenos deltas que se formam próximos a linha de água, que tendem a ser retrabalhadas pela ação das ondas, alterando a morfodinâmica praial e as variações da posição da linha de costa em caráter local.

Em ambientes tipicamente marinhos, como as praias e os sangradouros, a forma predominante de transporte é por carga de fundo (SOULSBY, 1997). Esse tipo de transporte ocorre para as areias presentes nas calhas dos sangradouros que podem ser movimentadas pelas ondas, pelos ventos, pelas correntes de maré, pela

combinação de correntes e de ondas e em especial por seu fluxo durante a baixamar.

Ao longo da planície costeira pode-se notar a instalação da urbanização do tipo balneária, onde os loteamentos são paralelos e concentrados próximos à linha de costa, ou mesmo sobre as praias. Além disso, ocorreu a retificação de rios e córregos, sem considerar a dinâmica do ambiente costeiro (PIERRI et al., 2006). Essa urbanização leva à impermeabilização do solo, exigindo um maior poder de escoamento de canais, gamboas e por consequência dos sangradouros instalados nas praias. Em eventos de tempestade esses corpos de água podem transbordar, alagando as áreas urbanas, além de gerar problemas erosivos em áreas adjacentes, devido à migração de suas desembocaduras (SERPA, 2008).

São poucos os estudos envolvendo morfodinâmica nesse arco praial, sendo os principais trabalhos os de Soares *et. al.* (1997), Borzone *et. al.*; (1998) e Quadros *et. al.* (2007), os quais estudaram os perfis praias dos balneários Atami e Caravelas, respectivamente, sendo esses perfis sem influência de sangradouros.

Nesse sentido o estabelecimento das relações que regem os processos morfodinâmicos das praias sob influência de sangradouros no litoral do estado do Paraná, vem a contribuir com o entendimento da dinâmica costeira geral, a qual se diferencia principalmente pela influência das grandes desembocaduras estuarinas e a ação das ondas na costa oceânica. Apesar disso, é inegável a influência destes pequenos cursos de água sobre o perfil praial, o que exige uma classificação específica além das já estabelecidas.

O objetivo desse trabalho foi analisar e caracterizar a morfodinâmica das praias oceânicas do município de Pontal do Paraná que se encontram sob influência de sangradouros, levando em consideração as forçantes oceanográficas e meteorológicas atuantes nesses locais, evidenciando seu papel na dinâmica praial do litoral do estado do Paraná.

2. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A costa oceânica central paranaense compreende o Arco Praial de Praia de Leste, que contem os municípios de Matinhos e Pontal do Paraná, considerada de pequena extensão longitudinal (40 km), se comparada com os litorais vizinhos (FIGURA 2). As praias desse arco são compostas por areias quartzosas, de finas a

médias, bem selecionadas, com declividades variando entre 1° e 5° e com uma ou duas bancos de espriamento em média (ANGULO *et. al.*, 2009).

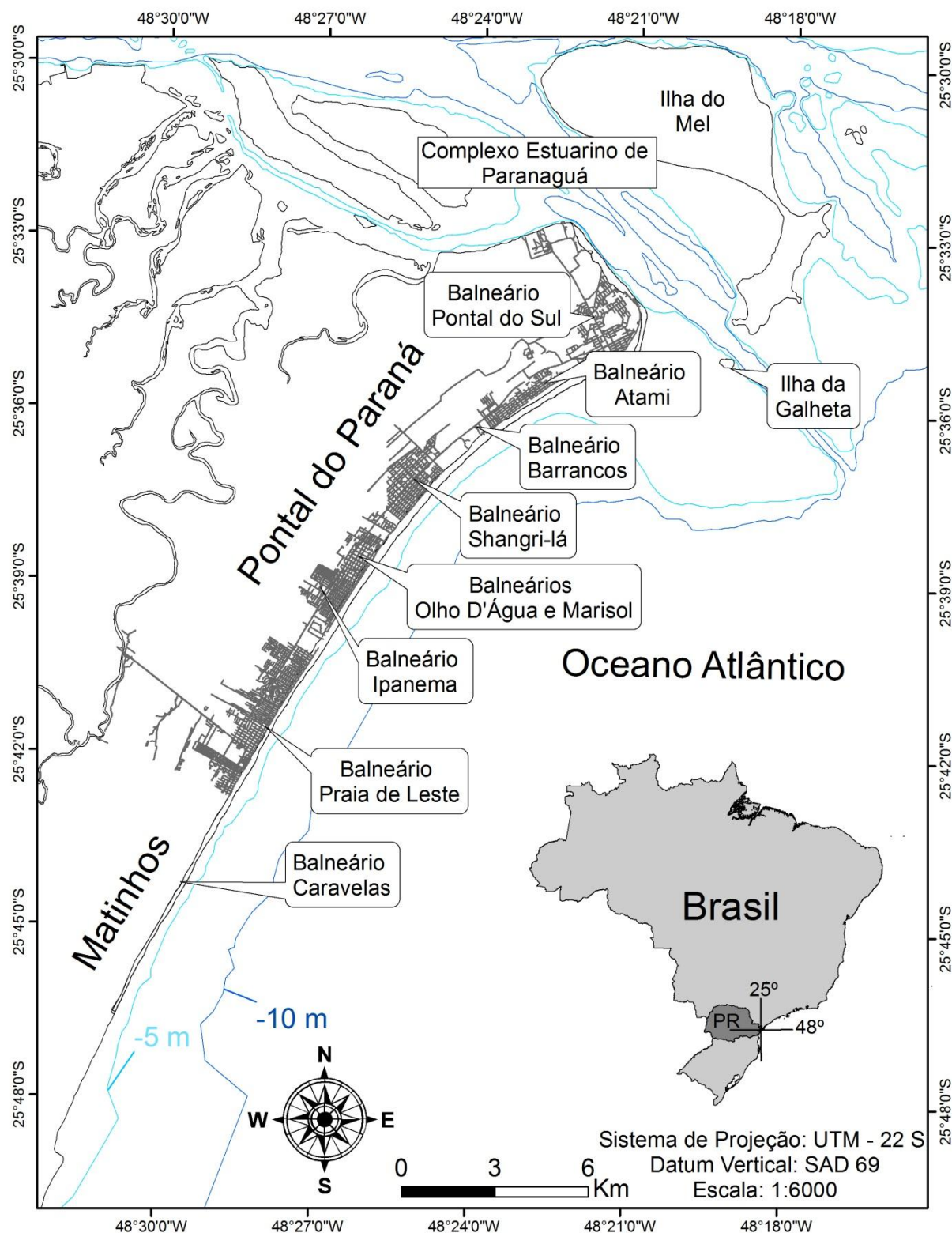


FIGURA 2: MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO ARCO PRAIAL DE PRAIA DE LESTE COM A DISTRIBUIÇÃO DE SEUS PRINCIPAIS BALNEÁRIOS, A REPRESENTAÇÃO DA MALHA URBANA DO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ, DAS ISÓBATAS DE -5 E -10 M.

Segundo Angulo (2004), tanto as praias quanto as áreas de drenagem dos sangradouros no litoral do Paraná, estão associadas com as extensas planícies costeiras holocênicas regressivas (198 km²). Sua constituição principal é dada por cordões de paleo-dunas e de dunas frontais, podendo ser divididos em incipientes e desenvolvidos, (FIGURA 3) dispostos paralelamente à linha de costa, com larguras médias entre 20 e 80 m, comprimentos de até 15 km e alturas médias variando entre 3 e 5 m. Os cordões incipientes possuem alturas menores que 3 m, e em alguns casos são formados pela coalescência de dunas linguóides ou a partir das dunas frontais com retenção de sedimentos efetuada pela vegetação.

Angulo (2004) observou a existência de depressões entre cordões holocênicos com larguras inferiores a 100 m e comprimentos de até 13 km que podem constituir áreas alagadas, estando associados a lagoas e cursos de água como gamboas. Estas feições potencializam a formação de sangradouros na região, restringindo seus cursos, como ocorre, na região do Balneário Guarapari, no município de Pontal do Paraná (FIGURA 3).

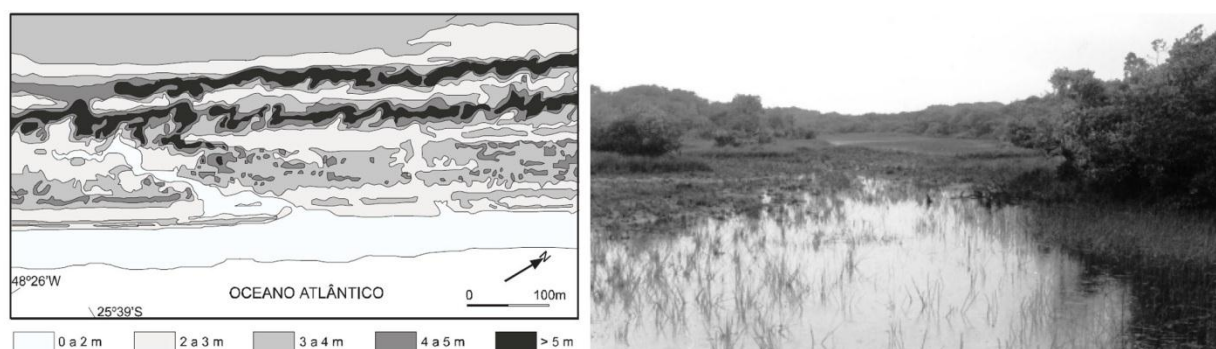


FIGURA 3: MAPA HIPSOMÉTRICO EVIDENCIANDO O RELEVO DOS CORDÕES HOLOCÊNICOS (A) E DETALHE DE UMA DEPRESSÃO INTERCORDÕES ALAGADA NO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ (B).

Segundo diversos autores (Quadros, 2002; Soares *et. al.*, 1997; Borzone *et. al.*, 1998) a maior parte dos perfis praias do Paraná, são dissipativos, com estagios intermediários e até refletivos em alguns trechos. Nos balneários, Shangri-lá e Atami encontram-se estados dissipativos, sendo que em Atami ocorre uma alternância para estágios intermediários durante alguns meses na primavera e no verão (SOARES *et. al.*, 1997). Borzone *et. al.* (1998) encontraram um comportamento reflexivo no balneário Praia de Leste e confirmaram a forte dissipação no balneário Atami utilizando o parâmetro adimensional de Dean e o parâmetro escalar de arrebatamento.

2.1 Sangradouro Barrancos

No balneário Barrancos, próximo ao seu perfil homônimo (PBA; 25°36'S/48°24'W) existe um núcleo urbano às margens da drenagem que alimenta o sangradouro desde 1953 (REIKDAL, 2010), constituído por moradias de famílias ligadas a pesca. A área construída até o ano de 2003 (último ano de aquisição da foto aérea) era de aproximadamente 42.507 m², onde a pequena área urbanizada não possuía impactos aparentes sobre a impermeabilização do substrato (FIGURA 4).

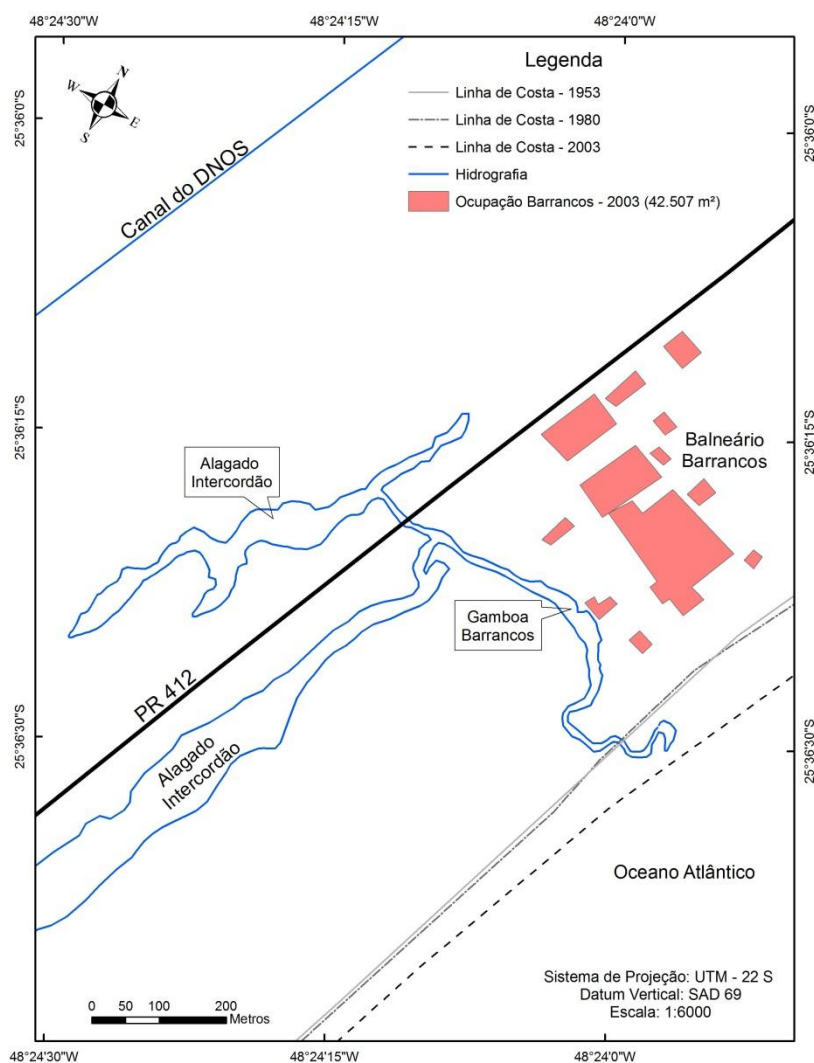


FIGURA 4: MAPA INDICANDO A OCUPAÇÃO DO NÚCLEO URBANO ÀS MARGENS DA GAMBOA BARRANCOS E À ÁREA DE ALIMENTAÇÃO DO SANGRADOURO.

A alimentação do sangradouro é feita por uma gamboa, que é provida, principalmente, por águas de dois alagados presentes nos intercordões, localizados à NW, distando em torno de 400 m ($25^{\circ}36'S/48^{\circ}24'W$) e 600 m ($25^{\circ}36'S/48^{\circ}24'W$) da desembocadura do sangradouro configurando uma área de drenagem de 104.428 m² (FIGURA 4).

A calha ativa desse corpo aquoso possui em torno de 110 m de comprimento disposto de forma normal à costa, e cerca de 60 m de largura, com uma área de influência na antepraia de aproximadamente 19.250 m² (FIGURAS 5 e 7).



FIGURA 5: VISÃO GERAL DA ÁREA DE DRENAGEM DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO BARRANCOS.

2.2 Sangradouro Olho D'Água

O curso de água que dá nome ao balneário, ao perfil ali estabelecido e que alimenta o sangradouro presente nessa área, é popularmente denominado de Olho D'Água, (POA; 25°38'S/48°25'W) estando distante cerca de 6 km à S do sangradouro Barrancos. Esse corpo aquoso teve sua conformação atual definida em 1951, devido à retificação de um canal natural (REIKDAL, 2010). Nesta obra ele foi ligado ao canal construído pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), que tinha como função a drenagem da planície costeira e dos manguezais do município de Pontal do Paraná. Esse processo originou uma área de drenagem, para o sangradouro Olho D'Água, de aproximadamente 90.807 m², seguindo para Sul em direção ao município de Matinhos.

A calha ativa do sangradouro presente nesse balneário possui em torno de 110 m de comprimento e cerca de 40 m de largura, com uma área de influência na antepraia de aproximadamente 25.300 m² (FIGURAS 6 e 7).



FIGURA 6: VISÃO GERAL DA ÁREA DE DRENAGEM DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO OLHO D'ÁGUA.



FIGURA 7: INDICAÇÃO DAS ÁREAS DE INFLUÊNCIAS NO PERFIL PRAIAL EMERSO DOS SANGRADOUROS BARRANCOS E OLHO D'ÁGUA.

Esse balneário possui densa urbanização às margens do canal Olho D'água com início da expansão urbana na década de 1980, onde as construções se concentravam entre a linha de costa e o canal (REIKDAL, 2010; FIGURA 8).

Até o ano de 2003 a urbanização teve uma expansão de cerca de 200 lotes por ano (REIKDAL, 2010), que ocorreu devido à busca de loteamentos próximos a orla, para construção de moradias de veraneio, culminando numa malha urbana de 1,8 km² até o ano de 2003 (último ano de aquisição da foto aérea). Essa grande área construída às margens do canal, tende a gerar uma maior impermeabilização do solo, pela compactação, o maior tráfego de veículos na região, e o recobrimento do substrato com áreas concretadas (FIGURA 7).

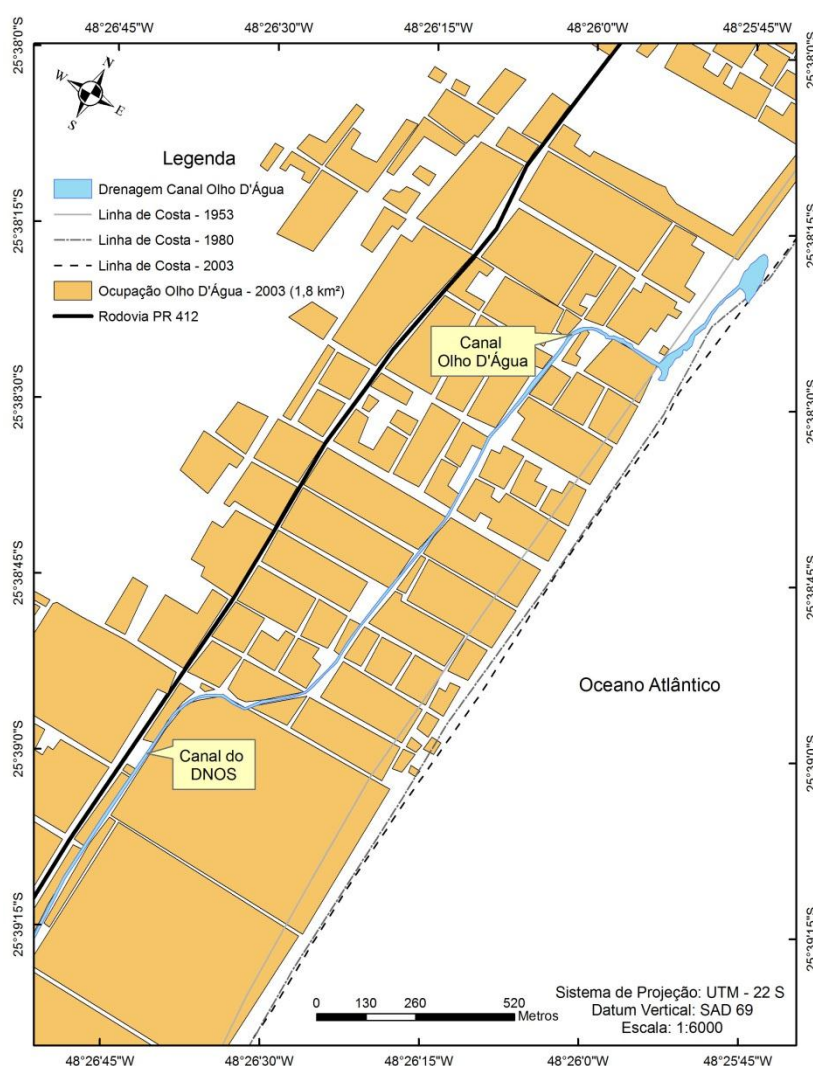


FIGURA 8: MAPA INDICANDO A ÁREA DE OCUPAÇÃO DO NÚCLEO URBANO ÀS MARGENS DO CANAL OLHO D'ÁGUA E A ÁREA DE ALIMENTAÇÃO DO SANGRADOURO.

2.3 Plataforma Continental Interna

A plataforma continental interna paranaense possui entre -5 m e -15 m (VEIGA *et al.*, 2004), possui gradiente suave em torno dos $\approx 0,065^\circ$, sendo constituída por areias quartzosas finas bem selecionadas (VEIGA *et al.*, 2004; LAMOUR, 2007). Na região de desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) ocorre uma inflexão na batimetria originada pela presença do delta de maré vazante, diminuindo a ação erosiva das ondas nas praias dessa região (LAMOUR, 2000). Por outro lado, na região do balneário Shangri-lá ocorre um aprofundamento da batimetria próxima à costa, facilitando o ataque das ondas nas praias dessa região (NEMES, 2011).

2.4 Forçantes Oceanográficas e Meteorológicas

O litoral do Paraná apresenta um regime de maré semi-diurno, com duas preamares e duas baixa-mares em um período de 24 horas, com amplitudes de maré de sizígia menores que 2 m (MARONE *et al.*, 1997), onde as marés meteorológicas podem aumentar em até 0,8 m o nível previsto, sendo provocado pelo represamento e empilhamento da massa de água na zona costeira (MARONE & CAMARGO, 1994).

Segundo Lima *et al.* (2009), no município de Pontal do Paraná, em frente ao balneário Shangri-la, a 10 m de profundidade, a direção preferencial das ondas é de SE, onde as alturas máximas e os períodos (T) médios estão entre 2 a 3 m e 14 a 18 s respectivamente.

Segundo Marone *et al.* (1995) a corrente de deriva litorânea longitudinal atuante no litoral do Paraná tem seu sentido residual para N. O transporte líquido de sedimentos ocorre para a mesma direção, conforme evidenciado pela posição das desembocaduras de cursos de água, deslocadas para N (BIGARELLA *et al.*, 1978), pela morfologia dos deltas de maré vazante (ANGULO, 1993) e pelas variações granulométricas e mineralógicas (GIANNINI *et al.*, 1995; ALVES & LAMOUR, 2011). Os sedimentos transportados por essa corrente provém da planície costeira, das dunas frontais e das praias da região. Tal fato é evidenciado pela semelhança das areias que compõem as praias do balneário Pontal do Sul e o delta de maré vazante do CEP (LAMOUR, 2007).

Ao longo da região oceânica do litoral sul brasileiro, assim como no litoral oceânico paranaense, a precipitação pluviométrica está associada, principalmente, à passagem, intensificação ou formação de frentes frias, que são sistemas meteorológicos típicos de latitudes médias, atuando o ano todo, podendo gerar as ressacas (RODRIGUES *et al.*, 2004). Devido a esses eventos meteorológicos pode ocorrer o acúmulo de água na planície de cordões litorâneos, à saturação do solo, e o desenvolvimento de sangradouros, que tendem a erodir o perfil praial.

Segundo Lana *et al.* (2000) o litoral paranaense possui dois períodos climáticos distintos, chuvoso no verão e seco no inverno, onde a atuação de sistemas frontais é maior devido à incidência da Frente Polar Atlântica entre as latitudes 8° a 10°. Geralmente a estação seca é interrompida por períodos curtos de fraca precipitação, sendo a média de pluviosidade anual de 2.000 mm (PAULA, 2005).

Segundo Oliveira & Dourado (2010) os ventos dominantes no litoral paranaense possuem um giro sazonal E-SE-S, sendo que os provenientes do quadrante S são os mais intensos, com velocidades médias de $2,7 \text{ m.s}^{-1}$, atuando o ano todo. Esses ventos atuam com maior frequência entre os meses de junho a agosto, devido a maior ação das frentes frias, enquanto que nos demais meses do ano, predominam os ventos de direção E e SE.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O monitoramento da interação entre os sangradouros e a morfodinâmica praial foi efetuado mensalmente entre os meses de fevereiro e julho de 2011, com intuito de verificar as variações topo-sedimentares inerentes aos períodos seco e chuvoso e da ação de frentes frias no litoral paranaense.

Para tanto, foi utilizado o método de topografia praial com auxílio de nível de precisão e mira topográfica. O zero relativo fixado no pós-praia no PBA (25°36' S/048°24' W) está localizado em meio à vegetação, na planície costeira, à aproximadamente 50 m a S da linha de costa. Como não foram observados substratos rígidos nas imediações, optou-se por um piquete de madeira com aproximadamente 30 cm de altura sobre o substrato, como referencia altimétrica relativa (FIGURA 9 A).

No POA o zero relativo foi fixado em uma edificação de alvenaria no pós-praia à aproximadamente 150 a NW do primeiro perfil de leitura topográfica ($25^{\circ}38.29' S/048^{\circ}25.75' W$; FIGURA 9 B).



FIGURA 9: INDICAÇÃO DOS ZEROS RELATIVO, DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO PERFIL BARRANCOS (A) E PERFIL OLHO D'ÁGUA (B).

Os perfis topográficos foram dispostos em uma malha de pontos, recobrimdo toda a área de influência dos sangradouros, que foi determinada a partir da área onde notou-se um recuo na linha de costa e a ausência da duna frontal, devido a presença da calha ativa do sangradouro (FIGURA 10).

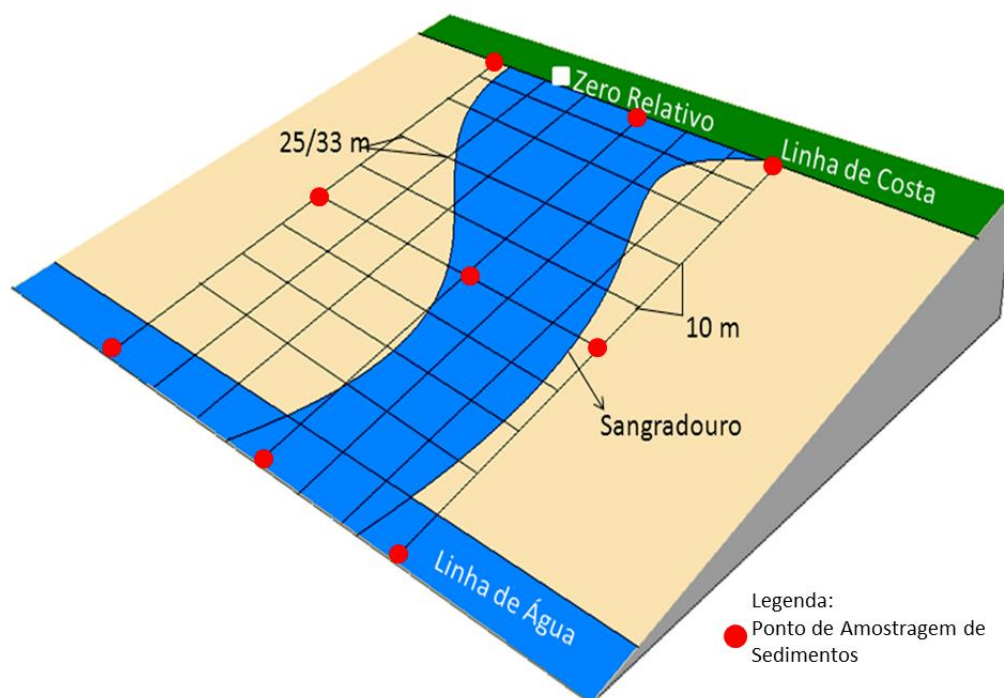


FIGURA 10: CROQUI ESQUEMÁTICO DA MALHA AMOSTRAL UTILIZADA NO MONITORAMENTO MORFODINÂMICO NAS PRAIAS COM PRESENÇA DE SANGRADOUROS. OS PONTOS VERMELHOS SÃO OS LOCAIS DE AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS.

A malha amostral do PBA foi formada por sete perfis paralelos espaçados entre si em 25 m e alinhados ao azimute 160°. As leituras topográficas foram feitas a cada 10 m, recobrimo uma área inicial de 19.250 m². No perfil Olho D'Água seguiu-se o mesmo padrão que no PBA onde as leituras também foram tomada a cada 10 m. A malha foi formada por oito perfis paralelos, espaçados entre si em 33 m e alinhados ao azimute 157°, totalizando uma área de recobrimento de 25.410 m².

Para a nomenclatura dos perfis normais a costa foi utilizado o sistema alfabético, para facilitar as descrições das áreas estudadas. Assim para PBA os perfis são denominados de A até G e para o POA essa a nomenclatura segue até H.

As amostragens dos sedimentos foram feita nas extremidades das malhas topográficas nos pontos correlatos à linha de costa, ao centro do perfil, a linha d'água, e ao interior da calha ativa do sangradouro. Essas amostragens tiveram por objetivo analisar as mudanças de granulometria perpendicularmente e ao longo da linha de costa, nas áreas com e sem a presença da calha ativa do sangradouro, além de caracterizar as mudanças oriundas do deslocamento do corpo aquoso no estirâncio, as quais podem alterar as velocidades de decantação dos sedimentos utilizadas na caracterização dos estágios morfodinâmicos (FIGURA 10).

A altura significativa (H_s), o período (T) e a direção de ondas no litoral paranaense entre fevereiro e julho de 2011, foram obtidos através método visual proposto e descrito por Melo (1993). Para a medição da H_s foram observadas 11 ondas no ponto de quebra (primeira linha da zona de arrebentação), onde ao final obtém-se uma média aritmética. Para as medições do T foi utilizado um cronometro digital para a marcação do tempo que 11 ondas levaram para passar em um campo visual determinado pelo observador. Ao final da passagem das ondas divide-se o tempo total por 11 obtendo-se o período médio.

As velocidades de fluxo dos sangradores foram obtidas pela aplicação do método descrito por Serpa (2008). Um derivador (garrafa PET de 500 ml lastreada com areia cerca de 50 g de areia do local) percorre uma determinada distância (5 m) de uma porção retilínea e central do canal do sangradouro. Essa porção deve ter mínima influência do vento e do leito do sangradouro. Após as medições dividiu-se a distância percorrida pelo derivador tempo que este levou para percorrer a porção delimitada, retornando valores em cm.s^{-1} .

As medições do transporte de sedimentos por carga fundo efetuado pelos sangradouros foi mensurado através do fundeio de uma armadilha de sedimentos nos meses de fevereiro, maio e julho de 2011, onde a profundidade era suficiente para o fundeio da armadilha. A abertura da malha foi de 0,125 mm, para a captura das frações de areia. A abertura frontal da armadilha é de 0,16 m² e o tempo de fundeio foi de 5 minutos (FIGURA 11).

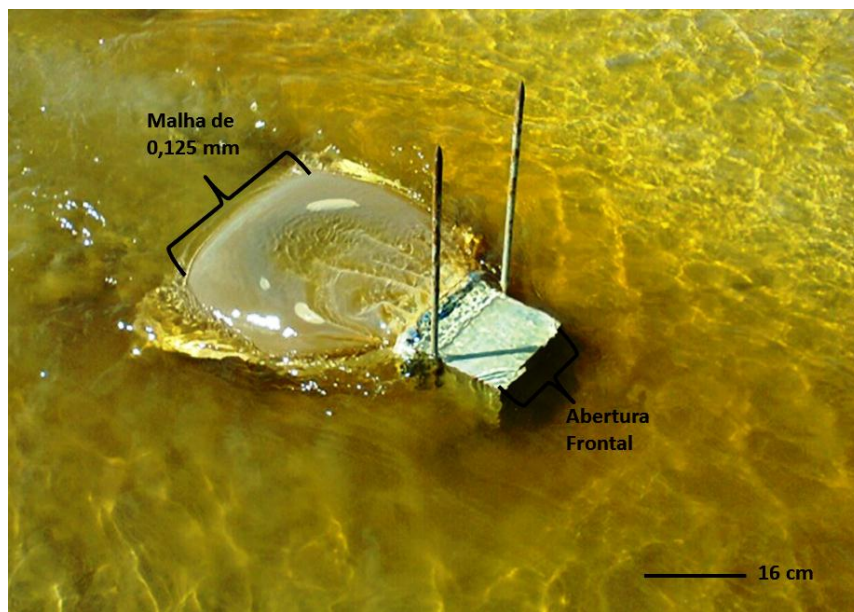


FIGURA 11: DETALHE DA CONFIGURAÇÃO USADA PARA A CAPTURA DE SEDIMENTOS PELA ARMADILHA PADRÃO NO LEITO DO SANGRADOIRO OLHO D'ÁGUA.

3.1 Análise dos Dados

Para um estudo integrado das forçantes oceanográficas e meteorológicas, foram adquiridos dois conjuntos de dados. O conjunto de dados primário refere-se às forçantes oceanográficas: Altura significativa (H_s ; m) e período (T ; s) das ondas, avisos de ressaca para a área Charlie (direção e H_s); à granulometria: Parâmetros estatísticos granulométricos nominais (média e grau de seleção); às características intrínsecas dos perfis: Declividade dos perfis (graus); variações volumétricas (m³); e a influência do sangradouro nos perfis praias: Velocidade dos fluxos (m.s⁻¹); e transporte por carga de fundo efetuado pelos sangradouros (m³.m⁻¹). Já o conjunto de dados secundários refere-se à precipitação acumulada (mm) para a área de estudo.

Essas informações foram adquiridas com medidas em campo e através do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) ao longo dos seis meses de estudo.

Os dados topográficos foram analisados com o *software* Surfer 8.0, devido sua capacidade de interpolação de dados em áreas de pequena extensão (SURFER USER'S GUIDE, 2002), a exemplo das áreas de influência dos sangradouros. Nesse *software* foram gerados modelos digitais de elevação (MDEs), onde o comprimento (Y), a largura (X) e as cotas (Z) dos perfis (medidos em metros), foram interpolados pelo método da krigagem simples. Optou-se por esse método, pois ele pondera valores de pontos conhecidos, determinando valores intermediários de pontos não conhecidos, além de considerar a relação espacial entre cada ponto amostrado. Com isso, os pontos conhecidos, em uma grade regular possuem pesos equivalentes, levando a uma representação fiel do ambiente (SURFER USER'S GUIDE, 2002). Após a interpolação dos dados foram feitas as comparações par a par entre os MDEs. Isso possibilitou a caracterização e a observação das modificações nas feições morfológicas dos perfis praias durante o período de estudo.

Para a determinação das variações volumétricas do período estudado foram calculados os volumes dos MDEs para cada mês e em cada perfil. O método empregado foi a integral das áreas dos MDEs abaixo da cota mínima dos perfis mensurados (z). Em seguida foi feita a subtração do volume entre a primeira campanha amostral (fevereiro - 2001) com a segunda (março - 2011). O mesmo processo foi efetuado para as campanhas posteriores. Devido à migração da calha do sangradouro Barrancos para N foi eliminado, a partir da campanha de março, o primeiro perfil dos MDEs, para que os blocos diagramas mantivessem a mesma área de cobertura, possibilitando o cálculo dos volumes.

A determinação das declividades das praias foi feita através da ferramenta Terrain Slope do *software* Surfer 8.0. Essa ferramenta calcula a declividade média dos perfis a partir de suas medidas de distância e desnível (gradiente), onde 0 é considerado horizontal e 90 é considerado vertical. Para isso foram adotadas larguras de 1m para cada perfil normal à costa, sendo essa considerada sua área de influência lateral.

As análises granulométricas para a fração arenosa foram realizadas segundo o método descrito por Suguio (1973), onde 50 g de sedimentos foram elutriados por fluxo ascendente contínuo de água, por 15 minutos. Em seguida foi efetuado o

processo de peneiramento das areias, por 10 minutos, num conjunto de 12 peneiras com intervalo de 0,5 Ø (phi) e abertura de malha de -1,5 a 4 Ø (4 mm a 0,062 mm respectivamente), onde as frações encontradas foram pesadas em balança analítica de precisão de forma a determinar as frequências granulométricas, sendo adotada a escala granulométrica proposta por Wentworth (1922). Posteriormente, esses dados foram analisados no *software SysGran 3.0* (CAMARGO, 2006), para a determinação dos parâmetros estatísticos granulométricos (diâmetro médio, grau de seleção) dos sedimentos, como proposto por Folk & Ward (1957).

A variabilidade dos estados morfodinâmicos pôde ser calculada através de três métodos principais: O parâmetro escalar de surfe (*surf-scaling parameter*) (ε) parâmetro adimensional de Dean (Ω) e o número de Iribarren (Σb).

O parâmetro dimensionador do surfe (ε), determina as condições do perfil praial em relação as características da zona de surfe, levando em conta a razão entre as características das ondas e a declividade do perfil (CALLIARI *et. al.*, 2003), sendo obtido pela equação (1), proposta por Guza & Inman (1975):

$$\varepsilon = ab \cdot \omega^2 / g \cdot \tan^2 \beta \quad (1)$$

onde: ab = amplitude da onda na arrebentação (m); ω = frequência das ondas incidentes (Hz); g = aceleração da gravidade ($m \cdot s^{-2}$) e β = ângulo de declividade da praia. O índice (ε) obtido indica, principalmente, as características da Zona de Arrebentação, existindo alta reflexão quando $\varepsilon < 2,5$, dissipação quando $2 < \varepsilon < 20$ e alta dissipação quando $\varepsilon > 20$ (CALLIARI *et. al.*, 2003).

O parâmetro adimensional de Dean (Ω) leva em conta a relação entre as características das ondas e dos sedimentos presente no perfil. Este parâmetro indica se um grão de areia, colocado em suspensão pela passagem de uma onda, pode ou não, sedimentar durante o tempo em que a onda se propaga em direção a zona de espreamento. Se a sedimentação ocorrer, os grãos vão mover-se da zona de arrebentação em direção ao estirâncio e o pós-praia, gerando um perfil de acresção, ou seja, mais reflexivo. Caso ocorra o contrário os sedimentos ficam em suspensão por um período maior, tendendo a se deslocar em direção ao largo, gerando um perfil erosivo ou mais dissipativo (CALLIARI *et. al.*, 2003).

Essa relação é apresentada pela equação (2) proposta por Dean (1973):

$$\Omega = H_b/W_s.T \quad (2)$$

onde H_b = altura da onda na arrebentação (m); W_s = velocidade de decantação dos sedimentos e T = Período da onda (s), sendo que W_s resulta da seguinte equação (2.1):

$$W_s = (D50^2/18).((\rho_s-\rho)/\mu).g \quad (2.1)$$

onde: ρ_s = densidade do grão (kg/m^3); ρ = densidade do fluido (kg/m^3); μ = viscosidade (m^2/s); g = aceleração da gravidade; $D50$ = diâmetro médio das partículas em m, considerando $\rho_s = 2,65 \text{ g/m}^3$ (quartzo), $\rho = 1,03 \cdot 10^{-03} \text{ g/m}^3$ (água salgada) e $\mu = 1,089 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (água do mar).

Short & Wright (1983) apresentaram os valores característicos de cada estado morfodinâmico: Valores de $\Omega < 1,5$ praias refletivas, $2 < \Omega < 5$ praias intermediárias e $\Omega > 5$ praias dissipativas.

O terceiro método utilizado para a classificação morfodinâmica das praias é o número de Iribarren (Iribarren & Nogales, 1949) também chamado de parâmetro de similaridade do surfe (Σb). Esse método leva em consideração forçantes similares ao parâmetro dimensionador do surfe, sendo determinado pela razão entre a declividade do perfil e a raiz quadrada da inclinação das incidentes, sendo muito utilizado para a caracterização da forma das ondas incidentes num perfil, além do cálculo do alcance do espraiamento da onda na face da praia (YOUNG, 2010). Essa classificação resulta da seguinte equação (3):

$$\Sigma b = \tan\beta / (H_b/L_o)^{0,5} \quad (3)$$

onde: β = ângulo de declividade da praia (graus); H_b = altura da onda na arrebentação (m) e L_o = comprimento da onda em águas profundas (m).

Para valores de $\Sigma b < 0,23$ se tem domínio dissipativo, $1,0 < \Sigma b < 0,23$ indicam domínio intermediário e $\Sigma b > 1,0$ revelam domínio refletivo (YOUNG, 2010).

Os cálculos das taxas de transporte por carga de fundo dos sangradouros (qt) foram efetuados com auxílio de fórmula desenvolvida através da caracterização de transporte descrita por Soulsby (1997), devido sua aplicabilidade direta e facilidade nos cálculos, onde a taxa de transporte sedimentar se dá pela quantidade de

sedimentos, em peso seco, que passam por um plano vertical perpendicular a unidade de largura (área de seção do sangradouro), num intervalo de tempo em relação à direção do fluxo, a qual é expressa em $m^3.m^{-1}.s^{-1}$.

Esse transporte é definido como a quantidade de sedimentos que passam por um plano vertical perpendicular, em uma determinada largura, num intervalo de tempo, em relação à direção do fluxo. A quantidade de sedimentos transportados pode ser medida em massa ou em volume dada em $kg.m^{-1}.s^{-1}$ ou $m^3.m^{-1}.s^{-1}$ (SOULSBY, 1997).

Sendo assim a equação da taxa de transporte é dada por:

$$qt = \frac{\text{peso seco capturado (Kg)}}{\text{área de seção da armadilha (m)} * \text{tempo de submersão (s)}} = \frac{Kg}{m * s}$$

Nesse estudo o cálculo de transporte leva em consideração a densidade do quartzo ($\rho_s = 2650 \text{ kg m}^{-3}$), o qual constitui a maior parte das areias no litoral paranaense. Utilizando essa informação, podem ser feitas simplificações na forma de exprimir as taxas de transporte, sendo que foram feitas as seguintes considerações em relação à fórmula:

$$\rho_s = \frac{Kg}{m^3};$$

$$\text{Onde: para a densidade do quartzo: } 2650 = \frac{Kg}{m^3};$$

Isolando Kg temos:

$$\rho_s * m^3 = Kg;$$

Susbtituindo Kg em qt temos:

$$qt = \frac{\rho_s * m^3}{m * s} = qt = \frac{\rho_s * m^2}{s};$$

Resultando na fórmula simplificada para o transporte sedimentar com sua unidade em $m^2.s^{-1}$:

$$qt = \frac{2650 * m^2}{s}$$

4 RESULTADOS

4.1 Morfodinâmica Praial dos Perfis Barrancos e Olho D'Água

As variações na morfologia das praias oceânicas são condicionadas pela troca de sedimentos entre a o pós-praia e a Zona de Surfe, através da ação das ondas, além da movimentação lateral dos sedimentos pela ação da corrente de deriva

litorânea (CALLIARI, 2003; JACKSON, 2002). Essa interação de forçantes formam perfis praias com estados morfodinâmicos diferenciados, os quais possuem uma íntima relação com a altura e o período das ondas, a inclinação dos perfis, o tipo e a velocidade de decantação dos sedimentos.

Com base nessas informações foram descritas as variações ocorridas em cada um dos perfis praias amostrados nos balneários Barrancos e Olho D'Água, sendo que os perfis alocados nas extremidades e junto a calha ativa dos sangradouros tiveram seus estados morfodinâmicos classificados segundo os métodos do parâmetro adimensional de Dean (Ω), do parâmetro dimensionador do surfe (ϵ) e do número de Iribarren (Σ_b).

PBA

Fevereiro

O perfil A apresentou uma declive de 6° a partir do ponto 0 m até 3 m, o qual representa a porção frontal de uma duna incipiente. A seguir o declive tornou-se mais suave, com valores de $\approx 2^\circ$ à medida que o perfil segue para a porção inferior do pós-praia. Nessa região se observa a presença de uma berma incipiente (ponto 30 m) denotada pela morfologia do perfil e pela variação na declividade de $0,8^\circ$ para $1,6^\circ$. Entre os pontos 50 e 70 m nota-se uma depressão no terreno, que foi interpretada como um canal de praia, onde, no ponto 70 m, observou-se a presença de uma pequena barra de espraimento com cerca de 0,3 m de altura, em relação à feição anterior (FIGURA 13). No geral esse segmento possuiu sedimentos classificados como areias muito finas e finas com diâmetro médio de 0,15 mm. Esse perfil apresentou características intermediárias segundo as classificações de Ω e Σ_b , com valores de 3,49 e 0,56, respectivamente, possuindo alta dissipação segundo o método ϵ atingindo o valor 41.

O perfil B apresentou uma berma plana e extensa, com declividade média de $0,1^\circ$ e cerca de 30 m de comprimento, onde o declive aumenta para $2,5^\circ$. Nesse transecto pôde-se observar um rebaixamento da topografia de aproximadamente 0,50 m, em relação ao perfil A. A partir desse ponto o declive apresentou um caráter contínuo e inalterado em direção a linha de água, com média de 1° e com o desaparecimento da barra observada no transecto anterior (FIGURA 13).

No perfil C foi observada a extensão da berma presente no perfil 25 m, entre os pontos 0 e 20 m, a partir de onde foi observada uma mudança na declividade de 1° para $1,7^\circ$. Entre os pontos 60 e 80 m verificou-se uma pequena barra de espraiamento com cerca de 0,05 m de altura, sendo interpretada como uma extensão da feição que se encontra no transecto 0 m (FIGURA 13).

Os perfis D e E possuem morfologia semelhante devido a sua proximidade com a desembocadura do sangradouro, tendo seu relevo rebaixado em torno de 1,5 m, em relação aos demais perfis, apresentando poucas mudanças de inclinação e a ausência de feições marcantes. Pôde-se notar apenas um resquício da berma presente nos perfis à S da calha, onde ocorreu uma alteração do declive de $0,65^\circ$ para 1° , a 20 m da origem deste segmento (FIGURA 13). A caracterização morfodinâmica foi realizada apenas no perfil E m, onde houve a coleta de sedimentos. Esse transecto apresentou características intermediárias segundo o método Ω com valor de 2,58. Segundo o método Σb , esse perfil mostrou-se dissipativo, com valor de 0,16 e altamente dissipativo para o método ε com um valor de 48.

No perfil F observou-se uma mudança abrupta na morfologia, em relação aos outros transectos amostrados. Cerca de 2 m, a partir da origem do segmento, notou-se a erosão da porção frontal da duna formando uma pequena escarpa, com cerca de 0,3 m de altura. A partir deste ponto se desenvolve uma berma com 20 m de extensão, onde ocorre uma mudança no declive do perfil de $0,5^\circ$ para $1,5^\circ$. A partir dos 20 m o perfil não apresentou mudanças abruptas na morfologia, possuindo um declive suave de $0,5^\circ$ até a linha de água (FIGURA 13). No geral esse segmento possuiu sedimentos classificados como areias finas com diâmetro médio de 0,13 mm.

Por fim, o perfil G não apresentou feições marcantes de relevo, sendo verificada apenas uma mudança de declividade de 1° para $0,7^\circ$ entre os 20 e 40 m, a partir do qual a face praial se tornou mais plana até seu encerramento (FIGURA 13). Esse transecto apresentou características intermediárias com valores de 3,41 e 0,45, segundo os métodos Ω e Σb , respectivamente, sendo que para o método ε o valor obtido foi de 48, indicando alta dissipação. No geral esse segmento possuiu sedimentos classificados como areias finas com diâmetro médio de 0,16 mm.

No mês de fevereiro o sangradouro Barrancos apresentava uma largura da calha ativa com cerca de 7 m em sua porção a montante. A partir dos 40 m junto ao

perfil D a desembocadura do sangradouro se ampliou, atingindo sua largura máxima (40 m) nas adjacências dos 70 m. Nessa data a calha ativa desse corpo aquoso não apresentava meandros no estirâncio, apresentando portanto um caráter retilíneo e possuindo uma largura de ≈ 40 m, abrindo-se na forma de um “delta” a partir dos 70 m, atingindo uma profundidade média de 0,5 m (FIGURAS 12 E 13).

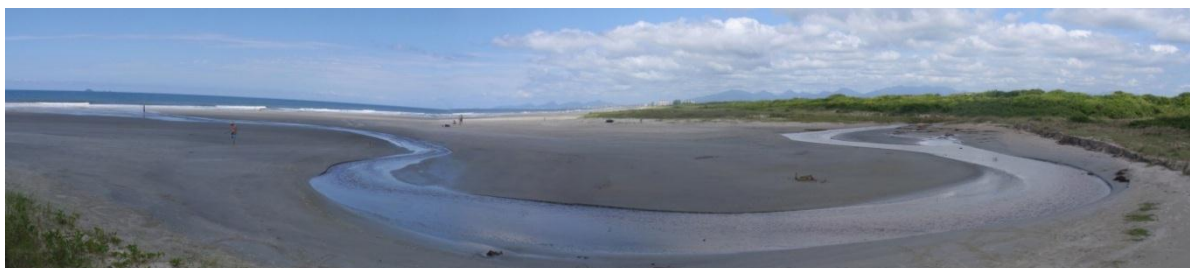


FIGURA12: FOTOGRAFIA PANORÂMICA DA CONFIGURAÇÃO DA CALHA ATIVA DO PBA NO MÊS DE FEVEREIRO.

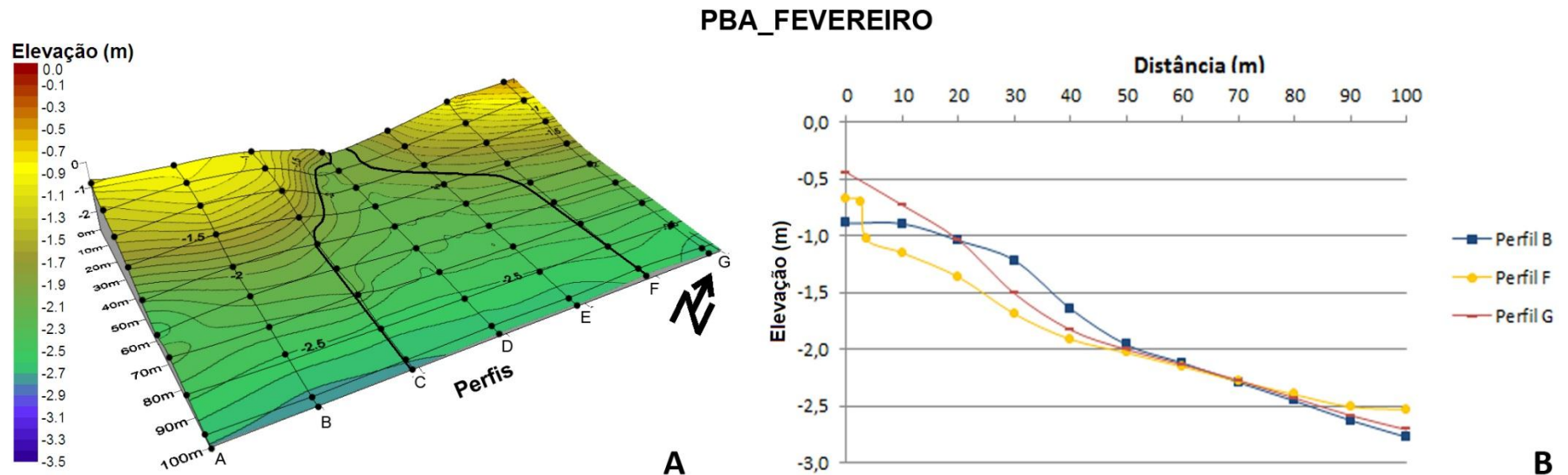


FIGURA 13: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NÓRMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS PERIFS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NO PERFIL F; E SUA POSTERIOR ELEVACÃO A PARTIR DO PONTO 80 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS B E G (B).

Março

No mês de março a desembocadura do sangradouro migrou cerca de 25 m para N, o que implicou na necessidade do estabelecimento de um perfil extra neste quadrante, com a consequente exclusão do perfil A. Este procedimento foi adotado, para uma adequação entre as áreas dos MDEs deste mês e o de fevereiro. Desta forma, o segmento original B, passou a ser considerado o início da seção de amostragem (FIGURA 15).

O perfil B apresentou um aumento na topografia de cerca de 0,5 m em toda a sua extensão, sendo que entre os pontos 0 e 10 m se observou a maior acresção em relação à fevereiro (1 m). A seguir ocorreu uma mudança na declividade de $3,1^\circ$ para $1,6^\circ$, sendo essa feição relativa a uma berma (ponto 20 m). No restante do transecto não foram observadas mudanças aparentes na morfologia, ocorrendo um declive médio de 1° até a linha de água (FIGURA 15). Segundo as classificações Ω e Σb esse perfil foi intermediário, com valores de 2,79 e 0,6 respectivamente, possuindo alta dissipação segundo o método ε , com um valor de 62. No geral esse segmento possuiu sedimentos classificados como areias finas com diâmetro médio de 0,13 mm.

No transecto C notou-se a presença de uma berma entre os pontos 0 e 10 m onde verificou-se o declive mais abrupto do perfil com $1,9^\circ$, passando posteriormente para $1,3^\circ$ (ponto 10 m). Esse declive se manteve até o ponto 80 m, onde passa a ser $0,2^\circ$. Entre os pontos 80 e 90 m se inicia uma barra de espraçamento, com cerca de 0,30 m de altura (FIGURA 15).

O perfil D apresentou uma morfologia plana, apenas com uma feição levemente côncava entre os pontos 0 e 20 m, que possui uma declividade de $2,9^\circ$. No restante do transecto não foram observadas feições marcantes até a linha de água, com declividade média de $1,2^\circ$ (FIGURA 15).

A morfologia dos transectos E e F foi semelhante, sendo praticamente plana, com poucas feições marcadas, com declives médios de 1° . Nesses perfis também foi observada uma redução do desnível relativo de aproximadamente 0,5 e 1 m, respectivamente. Marcadamente há uma relação direta com a proximidade da desembocadura franca do sangradouro, a qual causa no estirâncio uma superfície erosiva, com declive mais suave. No perfil F notaram-se pequenas elevações entre os pontos 30 e 60 m, as quais denotam a presença de pequenas bancos arenosas

na calha ativa do corpo aquoso (FIGURAS 14 E 15). Num geral o segmento F possuiu sedimentos classificados como areias finas com diâmetro médio de 0,13 mm.



FIGURA 14: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DAS BANCOS ARENOSAS NA CALHA ATIVA DO PBA NO MÊS DE MARÇO.

Os perfis G e H possuem morfologia similar, pois devido à migração da desembocadura do sangradouro para N, sua calha ativa extrapolou os limites da malha inicialmente estabelecida, sendo esse fato observado através do MDE. Esses transectos apresentaram escarpas entre os pontos 0 e 10 m, com alturas de 0,5 m, onde a declividade foi de 14° passando para $0,5^{\circ}$ até a linha de água. Outra característica observada neste segmento foi a elevação geral no relevo em cerca de 0,7 m, mesmo na região onde se encontrava a desembocadura ativa do sangradouro (FIGURA 14). Nessa região os perfis apresentaram características intermediárias para a classificação Ω com valor de 1,86 e para o método Σb , com um valor de 0,35. Para o método ε o transecto possui alta dissipação com um valor de 90. Num geral a calha ativa do sangradouro possuiu sedimentos classificados como areias finas e muito finas com diâmetro médio de 0,16 mm.

Em março observou-se uma calha ativa retilínea como em fevereiro, porém 25 m mais larga, posicionada entre os pontos 0 m dos transectos E e F. Ela atingiu sua largura máxima (62 m), nos pontos 60 m entre os perfis D e F, sendo que a partir dessa região a calha tomou a forma de um “delta” até o término do perfil no ponto 100 m. A profundidade da calha também diminuiu em relação a fevereiro, sendo assoreada em aproximadamente 0,2 m (FIGURA 14).

As modificações ocorridas no PBA entre fevereiro e março se deram devido à acresção em toda a área da desembocadura do sangradouro, elevando a topografia em $\approx 0,8$ m, totalizando 3.749 m³. Com isso a berma que se encontrava entre os pontos 0 e 50 m do segmento A ao C, na porção S da área de estudo, progradou ≈ 50 m para NE, localizando-se, em março, entre os transectos B e E, além de tornar a calha ativa do sangradouro mais larga e rasa em relação a fevereiro (FIGURA 14).

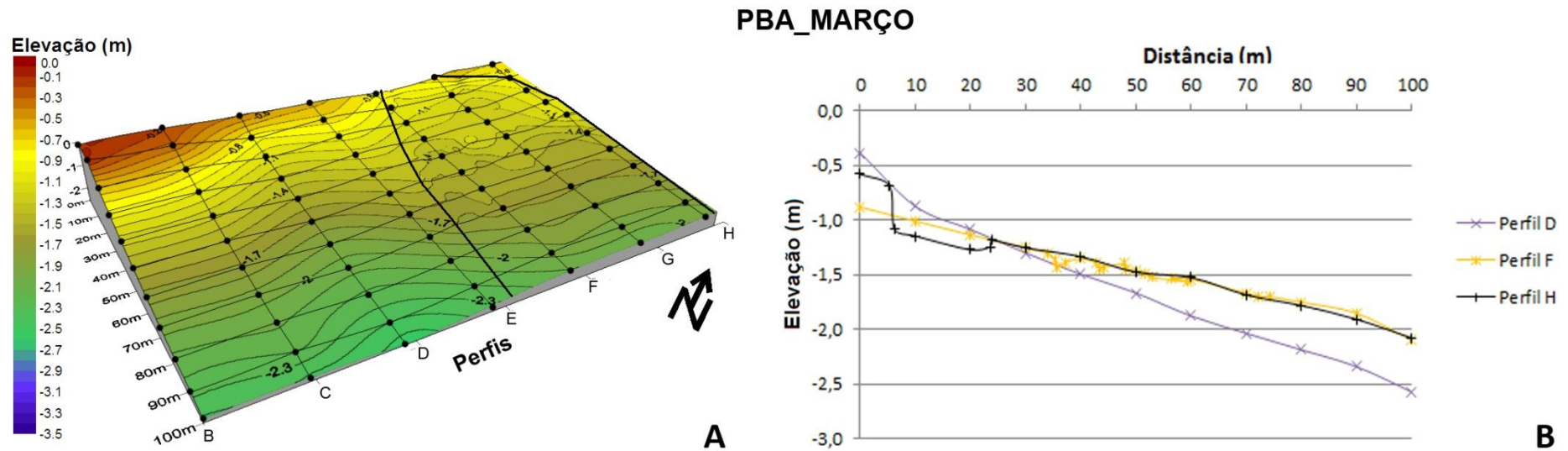


FIGURA 15: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM MARÇO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NÓRMALS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NOS PERFIS F E H E SUA POSTERIOR ELEVACÃO A PARTIR DO PONTO 40 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AO SEGMENTO D (B).

Abril

Nesse mês a área entre os perfis B e C possuíam configurações semelhantes, onde notou-se superfícies côncavas, devido à remobilização dos sedimentos, rebaixando a topografia em $\approx 0,5$ m. Em ambos os perfis observou-se bancos de espraimento, resultante da erosão dos sedimentos dos pontos 0 e 10 m, que depositados na parte inferior da face praial (ponto 80 m). Essas feições possuíam alturas de 0,06 m no perfil B e 0,08 m no segmento C, onde ocorreram aclives de $1,3^\circ$ e $0,7^\circ$ respectivamente (FIGURA 17). O perfil B foi classificado como dissipativo e de alta dissipação para os métodos Ω e ε com valores de 7,24 e 66, respectivamente e como intermediário pelo método Σb atingindo o valor 0,32. O Perfil B possuiu sedimentos classificados como areias finas com um diâmetro médio de 0,13 mm.

Os transectos D e E possuíam morfologia similar onde também notou-se uma configuração côncava, denotando a erosão e o rebaixamento da topografia em $\approx 0,5$ m. As diferenças entre esses dois perfis foram apenas na declividade. No transecto D ocorreu uma mudança de inclinação de $0,8^\circ$ para $2,1^\circ$ a partir do ponto 10 m, tornando o perfil mais íngreme. A partir do ponto 40 m o declive se tornou mais suave com $0,5^\circ$, mantendo-se assim até o ponto 90 m, ficando totalmente plano, sugerindo a presença de um terraço de baixa-mar. O perfil E apresentou um declive mais suave, onde observou-se mudanças significativas a partir do ponto 10 m com uma variação na inclinação de $1,1^\circ$, tornando o segmento mais íngreme. No ponto 30 m ocorreu outra mudança de ângulo de $0,4^\circ$, tornando o declive mais suave. Finalmente no ponto 100 m o perfil ficou plano, sugerindo uma continuidade do terraço de baixa-mar presente no transecto anterior (FIGURA 17).

Os perfis F e G encontravam-se na desembocadura do sangradouro, por esse motivo são $\approx 0,3$ m mais baixos que os demais. Ambos possuíam declividades suaves com média de $0,7^\circ$ e 1° , respectivamente. A principal diferença entre esses dois transectos foi a posição das bancos arenosas, sendo uma disposta entre os pontos 20 e 40 m do perfil F e a outra entre os pontos 60 e 80 m do perfil G (FIGURA 3). O transecto G foi dissipativo classificado segundo os métodos Ω e Σb , com valores de 7,78 e 0,16, respectivamente e altamente dissipativo segundo o método ε com um valor de 187. Perfil G possuiu sedimentos classificados como

areias finas, na porção próximo a linha de água e areias muito finas próximo a linha de costa, com um diâmetro médio de 0,13 mm.

O transecto H possuiu uma morfologia tipicamente erosiva, sendo côncavo e com a presença de uma escarpa entre os pontos 0 e 10 m, com $\approx 0,5$ m de altura, onde o declive foi abrupto com $10,5^\circ$ de inclinação (FIGURA 17). Esse segmento encontrava-se na margem N da desembocadura ativa do sangradouro e foi classificado como dissipativo e altamente dissipativo segundo os métodos Ω , Σb e ε , atingindo valores de 7, 01, 0,19 e 55, respectivamente. Esse segmento possuiu sedimentos com diâmetro médio de 0,13 mm, classificados areia fina.

No mês de abril foram observados dois meandros com 15,5 m de largura. A partir do ponto 50 m entre os segmentos E e H a calha do sangradouro se abre na forma de um “delta” até chegar a linha de água (FIGURA 16).



FIGURA 16: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DOS MEANDROS NA CALHA ATIVA DO PBA NO MÊS DE ABRIL.

As variações na morfologia no PBA entre março e abril deveram-se a erosão generalizada ocorrida no perfil de 7.831 m^3 , acarretando num rebaixamento da topografia de $\approx 0,5$ m. Nos perfis F e G o fluxo do sangradouro retirou sedimentos da porção superior dos transectos depositando-os na forma de bancos arenosos. Nesse intervalo também ocorreu a ampliação de ≈ 25 m da desembocadura do corpo aquoso para porção N da área, escavando essa região e erodindo a duna frontal na mesmo quadrante, evidenciada pela escarpa ali presente (FIGURA 17).

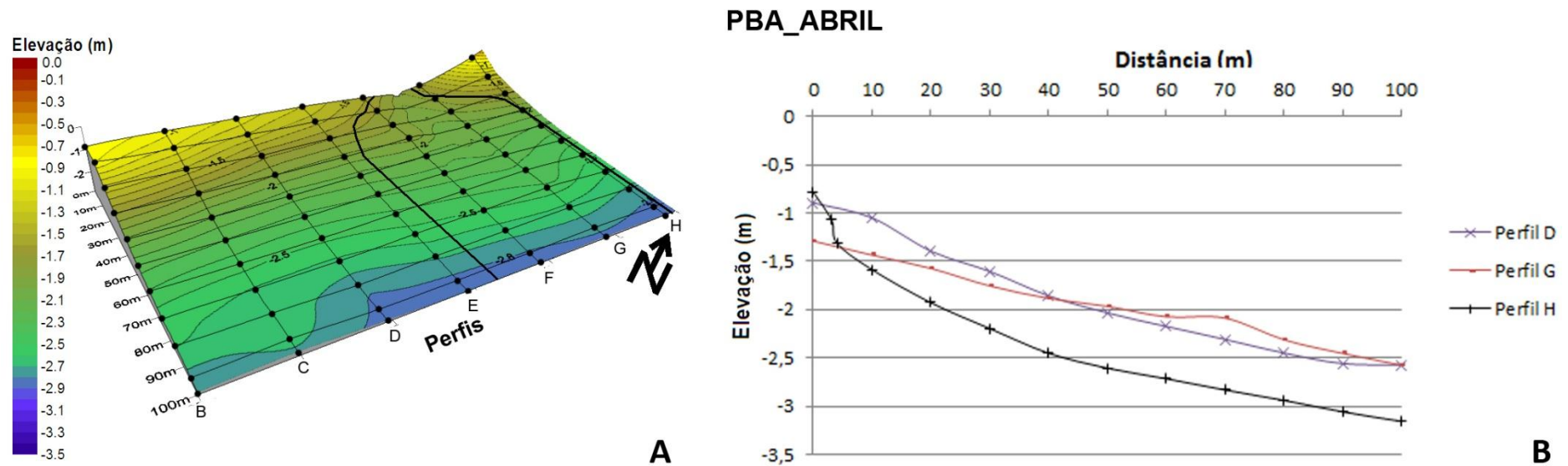


FIGURA 17: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM ABRIL ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOIRO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOIRO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NO PERFIL G E SUA POSTERIOR ELEVÇÃO A PARITR DO PONTO 50 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOIRO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS D E H (B).

Maio

No mês de maio os perfis B, C e D possuíram características muito similares, sem feições marcadas e declives médios de $1,18^\circ$, onde observou-se processos acrecionais, com uma elevação da topografia em $\approx 0,5$ m (FIGURA 19). O perfil B é considerado intermediário, segundo os métodos de classificação Ω e Σ_b com valores de 3,14 e 0,39. Segundo o método ε esse perfil é dissipativo atingindo um valor de 20. O perfil B apresentou, num geral, sedimentos classificados como areias finas, possuindo diâmetro médio de 0,15 mm.

A partir do perfil E, que se encontrava na margem da desembocadura do sangradouro, notou-se um rebaixamento na topografia de 0,3 m. Foi observada uma escarpa presente entre os pontos 0 e 10 m com 0,76 m de altura. Em seguida foi observado um perfil irregular, com diversas “quebras” na topografia, que denotaram uma superfície erosiva. Além de várias feições de ravinamento associadas ao escoamento da água pluvial para o interior da calha do sangradouro (FIGURA 19).

O perfil F encontrava-se dentro da desembocadura do sangradouro, sendo observada uma redução da topografia de 0,7 m, revelando uma superfície erosiva bem marcada. Esse transecto possuiu um relevo mais plano que os perfis adjacentes com uma inclinação média de $1,09^\circ$. Esse segmento foi caracterizado como intermediário pelos métodos Ω e Σ_b , com valores de 3,01 e 0,32, respectivamente e foi considerado altamente dissipativo pelo método ε com um valor de 54 (FIGURA 19). O perfil F possuiu sedimentos com diâmetro médio de 0,16 mm, classificados como areias finas.

No transecto G ocorreu uma escarpa entre os pontos 0 e 10 m, com 0,7 m de altura, evidenciando a erosão ocorrida no pós-praia (FIGURA 18). A partir desse ponto a inclinação se tornou mais suave com um declive médio de 1° entre pontos 20 e 70 m. Entre os pontos 70 e 90 m foi observado um aumento na declividade do perfil, indicando a presença de uma barra arenosa que possuiu $\approx 0,3$ m de altura (FIGURA 19).

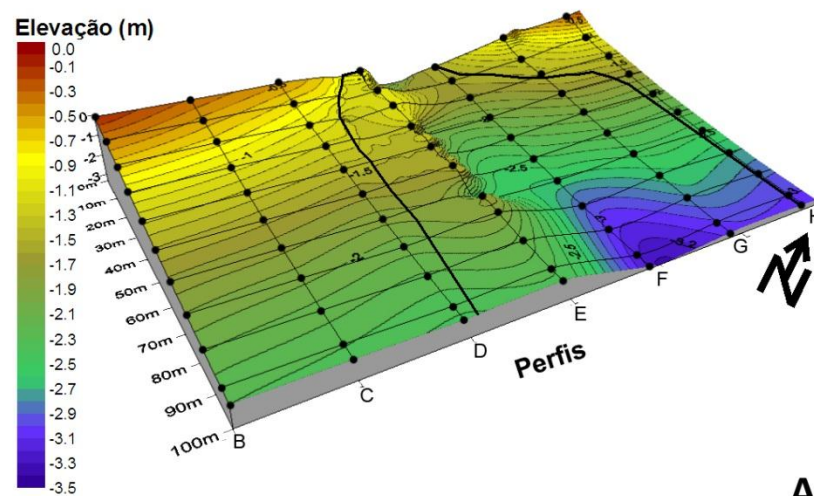


FIGURA 18: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA ESCARPA NO PERFIL G DO PBA NO MÊS DE MAIO.

O perfil H possuiu um declive de $1,63^\circ$ entre os pontos 0 e 10 m, denotando a presença de uma escarpa no pós-praia. Após esse ponto observou-se um transecto mais côncavo, com uma inclinação de $2,5^\circ$, indicando processos erosivos, até seu término na linha de água (FIGURA 19). Esse perfil foi considerado intermediário pelos métodos Ω e Σb , com valor de 3,81 e 0,51, respectivamente. Segundo o método ε esse segmento foi caracterizado como altamente dissipativo com um valor de 33. O transecto H possuiu sedimentos classificados como areias finas, com diâmetro médio de 0,13 mm.

Entre abril e maio observou-se uma acresção na porção S do PBA, com uma elevação de 0,5 m do relevo. A partir do perfil E notou-se o rebaixamento da topografia onde existiu um degrau de 0,3 m. Na porção N do PBA observou-se superfícies erosivas, como uma topografia mais plana do perfil F e escarpas presentes nos segmentos G e H. Essas modificações evidenciaram uma migração da desembocadura para N, com seu posterior retorno de ≈ 50 m para S. Com isso a calha ativa se posicionou entre os perfis E e F, tornando-a mais estreita, com ≈ 25 m de largura. Além disso, observou-se a presença de dois meandros bem definidos com larguras de ≈ 15 e ≈ 10 m, sendo que a partir do ponto 60 m a calha ativa se alargou até chegar a linha de água (FIGURA 19).

Apesar da presença de feições erosivas na parte N do PBA, a elevação da topografia de $\approx 0,5$ m, em toda a área, resultou numa acresção de 1.669 m^3 entre os meses de abril e maio (FIGURA 19).



PBA_MAIO

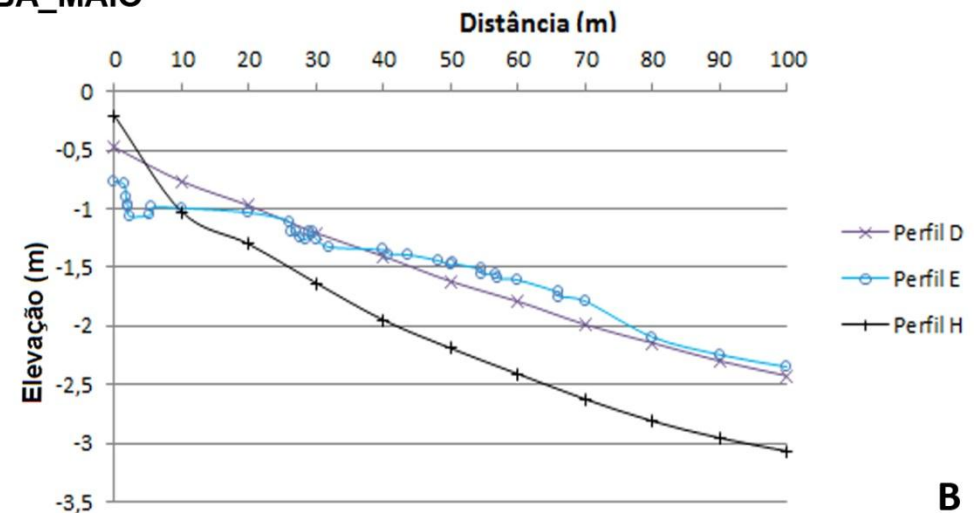


FIGURA 19: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM MAIO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NO PERFIL E E SUA POSTERIOR ELEVÇÃO A PARITR DO PONTO 40 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS D E H (B).

Junho

Entre maio e junho, ocorreram diversas modificações na região do PBA. Nesse intervalo houve o fechamento da desembocadura do sangradouro, levando a uma erosão generalizada em toda a área, o que rebaixou a topografia em $\approx 0,7$ m, totalizando 7.194 m^3 (FIGURA 20). Isso levou à remobilização de sedimentos das escarpas adjacentes a desembocadura do sangradouro, ocasionando seu completo assoreamento, que tornou a área mais plana e similar às praias da região sem presença de sangradouros (FIGURA 21).



FIGURA 20: FOTOGRAFIA PANORÂMICA COM A INDICAÇÃO DO FECHAMENTO DA CALHA ATIVA DO SANGRADOIRO DO PBA NO MÊS DE JUNHO.

Com essas modificações os perfis se tornaram muito similares entre si, mesmo aqueles antes localizados na desembocadura do sangradouro. A morfologia côncava e a inclinação média mais acentuada ($1,41^\circ$), dos segmentos B e C, evidenciaram essa erosão (FIGURA 21). O perfil B foi classificado como intermediário pelos métodos Ω e Σb , com valores de 5,78 e 0,36 e segundo o método ϵ , esse transecto é altamente dissipativo, atingindo um valor de 25. O perfil B apresentou num geral areias finas com diâmetro médio de $0,14 \text{ mm}$.

Os transectos D, E, F e G possuíam perfis muito parecidos. As mudanças no declive na região próxima de seus respectivos pontos 30 m passaram de $0,97^\circ$ para $1,16^\circ$ em média (FIGURA 21). Nesse mês o perfil E possuiu uma classificação similar ao transecto B, sendo classificado como intermediário segundo os métodos Ω e Σb , com valores de 3,37 e 0,27, respectivamente, e como altamente dissipativo segundo o método ϵ com um valor de 46. O Segmento F possuiu areias finas com um diâmetro médio de $0,19 \text{ mm}$.

O perfil H diferiu dos outros pela presença de uma escarpa no pós-praia, entre os pontos 0 e 10 m, com 0,85 m de altura. A partir desse ponto o perfil possuiu uma declividade média de 2° e uma forma côncava, como os demais segmentos, evidenciando a erosão ocorrida ao longo do mês de maio (FIGURA 21). Esse transecto também é intermediário segundo os métodos Ω e Σb , com valores de 5,01 e 0,36, respectivamente, tendo sua classificação alterada para dissipativo, em relação aos outros perfis amostrados, atingindo um valor de 19 segundo o método ε . 2,81 phi areia fina

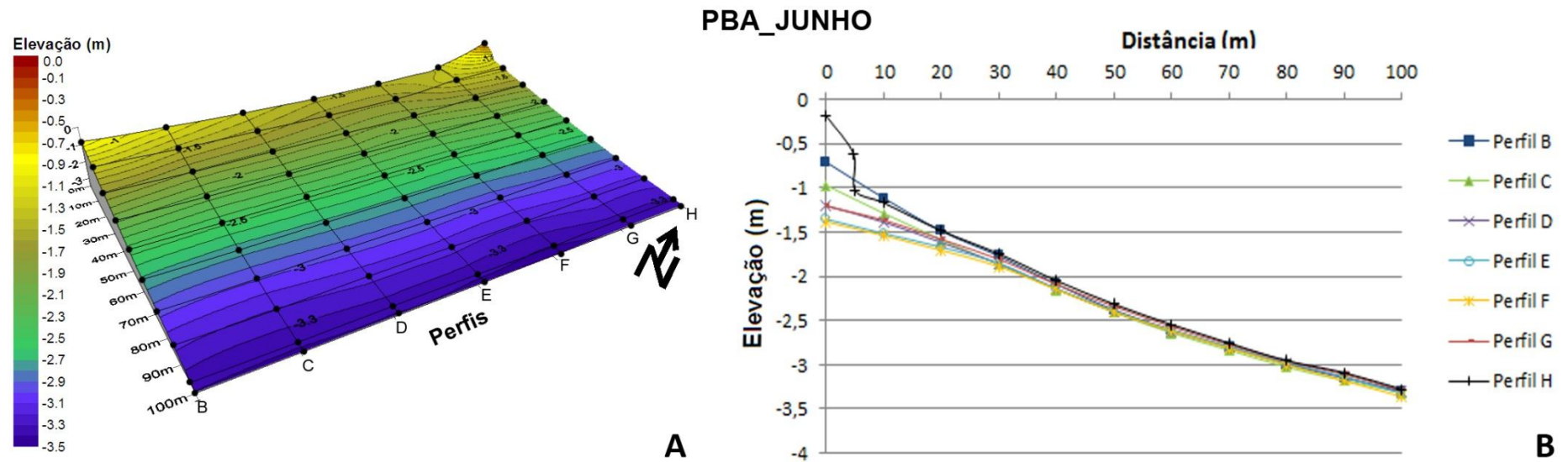


FIGURA 21: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM JUNHO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 7 PERIFS NORMAIS À COSTA, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE CADA PERFIL, NOTANDO-SE A AUSÊNCIA DE SEGMENTOS COM TOPOGRAFIA REBAIXADA, EVIDENCIANDO A AUSÊNCIA DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO.

Julho

No mês de julho observaram-se poucas alterações no PBA, com um leve aumento na topografia de $\approx 0,10$ m nos perfis B e C (FIGURA 23). O transecto B foi classificado como dissipativo e altamente dissipativo pelos métodos Ω e ε com valores de 6,92 e 40, respectivamente e como intermediário pelo método Σb com um valor de 0,25. O Perfil B apresentou sedimentos com 0,16 mm de diâmetro médio, sendo classificados como areia fina.

Essa acreção também ocorreu nos perfis D e E. Nesse último transecto notou-se uma acreção na região do ponto 40 m, onde foi observada uma mudança na inclinação de $1,4^\circ$, dando início a formação de uma berma incipiente, com uma altura de $\approx 0,3$ m. Após a berma não foram observadas feições proeminentes no estirâncio até o término da amostragem no ponto 100 m (FIGURA 23).

No perfil F se observou a reabertura da desembocadura do sangradouro, deixando-o mais plano, com um declive médio de $0,96^\circ$ (FIGURA). Os sedimentos erodidos do pós-praia (ponto 0 m) foram depositados ao longo de todo o perfil, principalmente, entre os pontos 20 e 40 m na forma de uma barra arenosa (FIGURAS 22 E 23). Nesse mês o transecto F foi classificado como dissipativo pelos métodos Ω e Σb atingindo valores de 7,59 e 0,15 e como altamente dissipativo pelo método ε , com um valor de 134. Esse transecto possuiu sedimentos classificados como areia fina com um diâmetro médio de 0,16 mm.



FIGURA 22: FOTOGRAFIA PANORÂMICA COM A INDICAÇÃO DA REABERTURA DA CALHA ATIVA SO SANGRADOIRO DO PBA NO MÊS DE JULHO.

Os transectos G e H também possuíram morfologias similares, sendo quase retilíneos com declives de $1,07^\circ$ e $1,37^\circ$, e mais acentuados em relação aos demais transectos. A diferença mais aparente entre esses perfis foi a forma levemente côncava e a presença de uma escarpa no pós-praia do perfil H (pontos 0 e 10 m; FIGURA 23). O segmento H apresentou areias finas com um diâmetro médio de 0,14 mm.

Num panorama geral as modificações ocorridas no PBA tenderam a acresção, mesmo com a reabertura da desembocadura do sangradouro, totalizando 1.730 m^3 . Nesse mês a desembocadura desse corpo aquoso apresentou uma calha ativa de $\approx 40 \text{ m}$ de largura, posicionada entre os perfis F e G (FIGURA 23), onde são observados três meandros dois voltados para S com larguras de 20 e 18 m e um na direção N com 15 m de largura.

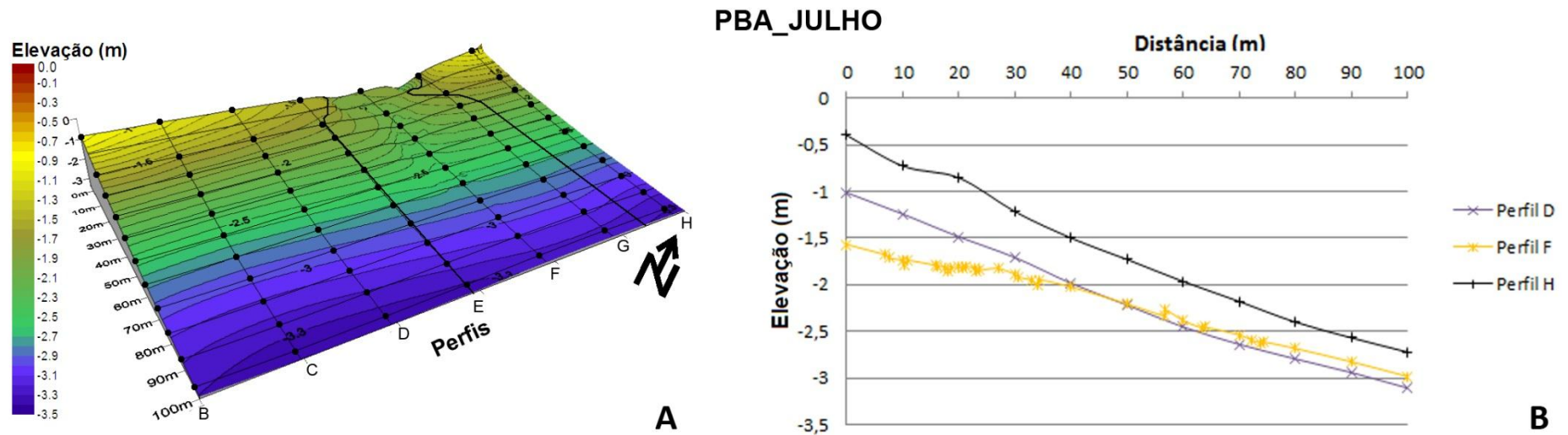


FIGURA 23: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO PBA EM JULHO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOIRO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NÔRMAS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOIRO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PÓS-PRAIA NO PERFIL F E SUA POSTERIOR ELEVACÃO A PARITR DO PONTO 60 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOIRO) EM RELAÇÃO AO SEGMENTO D (B).

POA

Fevereiro

O perfil A apresentou uma feição interpretada como uma barra arenosa longitudinal entre os pontos 0 e 30 m (FIGURAS 24 E 26), a partir do qual ocorreu um declive de $\approx 1,8^\circ$. Essa feição foi assim caracterizada, devido sua morfologia e por estar presente na área posterior a linha de costa média da região. Outro fator foi devido ao escarpamento da área pelos fluxos da gamboa Olho D'Água que por consequência formaram essa barra. No mesmo transecto, entres os pontos 60 e 80 m, foi observada uma barra de espraimento com altura de 0,15 m, denotada pelo aclave de $2,7^\circ$ no ponto 60 m e após o declive de $1,1^\circ$ iniciado no ponto 70 m. Em seguida o segmento possuiu uma inclinação média de $0,5^\circ$ até seu término na linha de água (FIGURA 26). Esse transecto segundo os métodos Ω e Σb foi caracterizado como intermediário, com valores de 2,13 e 0,56 e segundo o método ε foi dissipativo com um valor de 20. O Perfil A apresentou areias finas com um diâmetro médio de 0,17 mm.



FIGURA 24: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA BARRA ARENOSA LONGITUDINAL EM FRENTE À DA CALHA ATIVA SO SANGRADOURO DO POA NO MÊS DE FEVEREIRO.

Os perfis B, C, D e E possuíram configurações muito similares, onde observou-se a presença da barra arenosa longitudinal, entre os pontos 0 e 20 m de cada um dos segmentos. Nessa barra notou-se um rebaixamento da topografia em direção ao

perfil F, que estava localizado na desembocadura ativa do sangradouro (FIGURA 26). Esses rebaixamentos sucessivos são de $\approx 0,6$, $\approx 0,3$ e $\approx 0,3$ m nos perfis B, C e D, e um discreto aumento de 0,08 m no perfil E. Outras feições que diferenciaram os transectos foram a presença de uma barra de espraçamento entre os pontos 50 e 70 m no transecto C e um terraço de baixa-mar, entre os pontos 90 e 100 m do perfil E. Nos demais locais observou-se uma barra de espraçamento incipiente entre os pontos 70 e 90 m marcada pela mudança no declive, passando de $0,4^\circ$ para $0,9^\circ$ em média (FIGURA 26).

O transecto F estava inserido na desembocadura ativa do sangradouro, onde ocorreu um rebaixamento no desnível relativo de $\approx 0,4$ m em média. Entre os pontos 0 e 10 m, observou-se a presença do que foi interpretado como uma barra arenosa. Em seguida ocorreu uma quebra na topografia, formando uma escarpa, com $\approx 0,2$ m de altura (FIGURA 26). Após o ponto 10 m notou-se uma barra arenosa incipiente, denotada por uma leve mudança na declividade, onde observou-se um declive de 10° , devido a presença de uma escarpa, passando para $0,5^\circ$. A seguir foram observados dois terraços um terraço, caracterizados pelo terreno plano. Um estava posicionado entre os pontos 20 e 30 m e o outro entre os pontos 50 e 60 m. Segundo o método Ω o perfil F foi classificado como intermediário, atingindo um valor de 2,45 (FIGURA 26). Através dos métodos Σb e ε esse transecto observou-se que esse transecto possuiu características dissipativas e altamente dissipativas, com valores de 0,11 e 174, respectivamente. Esse segmento teve seus sedimentos classificados como areais finas com um diâmetro médio de 0,15 mm.

O perfil G possuiu um relevo acidentado com a presença, do que foi interpretado, como uma duna na área do ponto 20 m. Essa feição possuiu $\approx 0,7$ m de altura, evidenciada pelo aclave de 11° , sendo formada pelo acúmulo de sedimentos efetuado pela vegetação rasteira presente no local (FIGURAS 25 E 26). Em seguida, no ponto 30 m, encontrou-se uma escarpa com $\approx 0,5$ m de altura, onde ocorreu um declive de 15° . Na porção inferior do estirâncio se observou um canal de praia curto, com 10 m de largura e profundidade de $\approx 0,1$ m (FIGURA 26).



FIGURA 25: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA DUNA FORMADA DEVIDO O APRISIONAMENTO DE SEDIMENTOS PELA VEGETAÇÃO, NO PÓS-PRAIA DO PERFIL G NO, POA NO MÊS DE FEVEREIRO.

O transecto H também possuiu relevo irregular, com a presença de duas bermas, sendo a primeira incipiente, entre os pontos 0 e 20 m, com 0,25 m de altura; e a segunda bem desenvolvida, entre os pontos 30 e 40 m, com $\approx 1,10$ m de largura e 0,9 m de altura (FIGURA 26). Nesses pontos foram notadas várias mudanças na inclinação, em especial, a presença dos aclives de 2° e $2,6^\circ$ em direção a primeira e a segunda berma, respectivamente. A partir do ponto 40 m ocorreu um declive de 3° , onde foi observado um estirâncio côncavo, levando a um canal de praia com $\approx 0,2$ m de profundidade e ≈ 10 m de largura (FIGURA 26). O transecto H possuiu características intermediárias de acordo com os métodos Ω e Σ_b , os quais apresentaram valores de 3,14 e 0,49, respectivamente, e uma alta dissipação segundo o método ϵ que possuiu um valor de 31.

Em fevereiro o POA apresentou uma barra arenosa longitudinal, que possuiu ≈ 140 m de comprimento de 30 m de largura, encontrada entre o transecto A e próxima do perfil E. A calha ativa do sangradouro nesse mês foi estreita à montante, com ≈ 10 m de largura, posicionada entre a duna frontal do perfil G e adjacente ao transecto E. Ela seguiu um curso retilíneo até o ponto 20 m do perfil F, onde observou-se um meandro, atingindo 14 m de largura no ponto 40m (FIGURA 26). A seguir, a calha ativa do sangradouro fez uma inflexão na direção N, possuindo sua largura máxima de 24 m no ponto 60 m, a partir do qual, assumiu a forma de um “delta” até seu encontro com a linha de água.

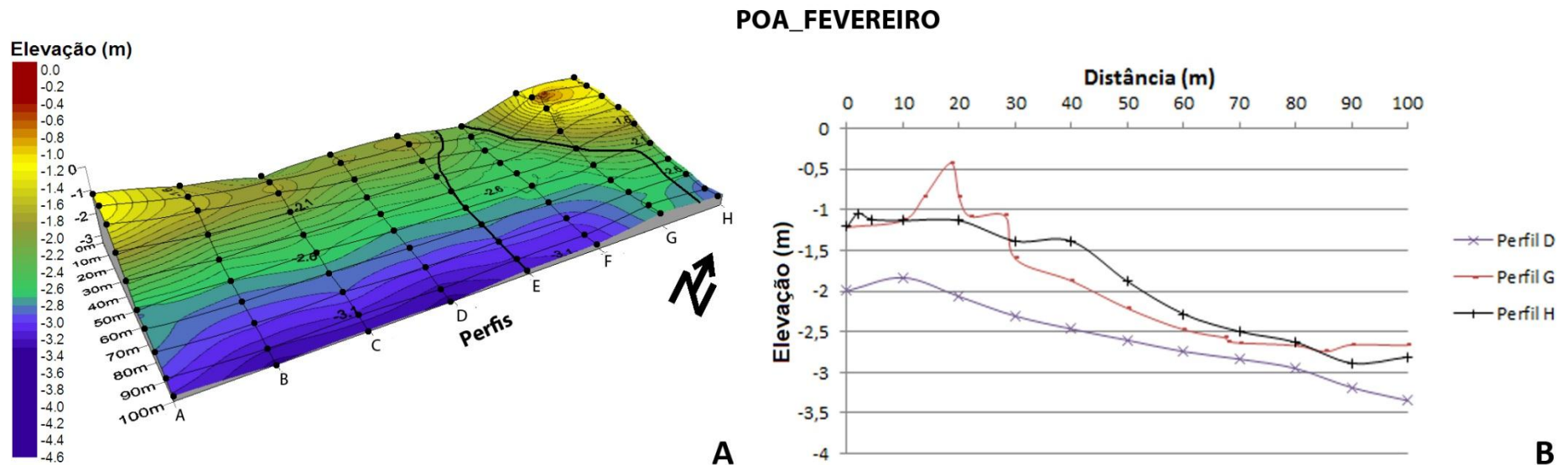


FIGURA 26: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL G, ENTRE OS PONTOS 30 E 70 M E SUA POSTERIOR ELEVÇÃO A PARTIR DO PONTO 80 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS D E H (B).

Março

Entre os meses de fevereiro e março o perfil A teve um rebaixamento de sua topografia em ≈ 1 m ao longo de toda sua extensão, com o desaparecimento da barra de espraimento que se localizava entre os pontos 60 e 80 m (FIGURA 30). A partir do ponto 20 m observou-se o fim da barra arenosa longitudinal, onde ocorreu uma mudança no declive de $4,8^\circ$, sendo que em seguida o perfil tornou-se mais plano com um declive médio de $1,2^\circ$. Esse perfil possuiu características intermediárias segundo os métodos Ω e Σb , os quais retornaram valores de 1,67 e 0,65, respectivamente. O método ε apresentou um valor de 20, caracterizando esse perfil como dissipativo. Nesse mês o transecto A possuiu areias com um diâmetro média de 0,19 mm, sendo classificados como areias finas.

No perfil B também observou-se um rebaixamento da topografia de ≈ 1 m, levando a uma redução da barra arenosa longitudinal a qual apresentou uma largura de 10 m nesse mês (FIGURA 30). A partir do ponto 10 m notou-se o final dessa barra, com um declive de $1,7^\circ$. A seguir, o estirâncio seguiu com uma inclinação constante, com média de 1° , até o ponto 80 m. Nessa porção do estirâncio encontrou-se uma feição interpretada como um terraço de baixa-mar, devido sua baixa declividade de $0,2^\circ$, a qual ocorreu até o ponto 90 m, onde se observou um leve aclave de $0,5^\circ$, persistindo esse ângulo até o término do transecto no ponto 100 m (FIGURA 30).

O transecto C no mês de março se caracterizou pelo rebaixamento do relevo em $\approx 0,5$ m, em relação à fevereiro, e também em relação ao perfil B. Observou-se a diminuição da barra arenosa longitudinal, a qual se tornou quase plana, com um declive de $0,5^\circ$, ficando com 10 m de largura (FIGURA 30). A partir desse ponto até o ponto 70 m o perfil possuiu um declive constante de 1° . Em seguida, ocorreu um declive de $1,2^\circ$, observando-se a continuação do terraço de baixa-mar, presente no perfil B, entre os pontos 80 e 90 m, o qual é caracterizado pela inclinação de $0,55^\circ$ do terreno. Após o terraço foi observado um aclave de 1° a partir do qual o segmento seguiu com uma inclinação de $1,1^\circ$ até seu término no ponto 100 m (FIGURA 30).

Os perfis D e E possuíram um estirâncio sem feições aparentes, onde o declive médio de cada transecto foi de 1° e de $0,8^\circ$, os quais seguiram praticamente constantes até o término do perfil no ponto 100 m, a não ser por um aumento na

inclinação entre os pontos 30 e 50 m, indicando a presença de uma berma incipiente (FIGURA 30).

O perfil F estava posicionado no centro da desembocadura ativa do sangradouro Olho D'Água, conferindo-lhe um relevo ímpar em relação aos adjacentes, com a presença de duas bancos arenosas nos entre os pontos 20 e 40 m, e 60 e 80 m, com alturas de $\approx 0,13$ e $\approx 0,19$ m, respectivamente (FIGURA 30). No geral esse perfil possuiu um relevo rebaixado em $\approx 0,5$ m em relação ao transecto E, que ainda possuía a influência da barra arenosa longitudinal. Porém o segmento F teve uma altura similar ao perfil G, evidenciando a influência do sangradouro nessa porção da área de estudo (FIGURA 30). O método Ω indicou um perfil intermediário com um valor de 2,4. Os métodos Σb e ϵ mostraram dissipação e alta dissipação com valores 0,2 e 164, respectivamente. Esse segmento possuiu areias finas com um diâmetro médio de 0,16 mm.

O transecto G possuiu características similares às praias sem influência de sangadouros da região, com a presença de uma escarpa bem desenvolvida entre os pontos 0 e 10 m, onde ocorreu um declive acentuado de 8° (FIGURA 27). Após esse ponto o perfil seguiu sem feições evidentes no estirâncio, com declive médio de $0,5^\circ$ até o ponto 100 m localizado na linha de água.



FIGURA 27: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA ESCARPA NO PERFIL G, DO POA NO MÊS DE MARÇO.

O perfil H se caracterizou pela presença, do que foi interpretado, como uma duna com sedimentos ancorados pela vegetação presente no pós-praia (pontos 0 m a 30 m; FIGURAS 28 E 30). A seguir o perfil possuiu um declive constante de $1,2^\circ$, sem feições marcadas na face praial, com uma morfologia côncava, denotando processos erosivos. Os métodos Ω Σb retornaram valores de 2,27 e 0,53, respectivamente, que indicaram um perfil com características intermediárias e o método ϵ evidencia uma alta dissipação com um valor de 33. O Perfil H apresentou areias finas com um diâmetro de 0,17 mm.



FIGURA 28: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA DUNA FORMADA PELO APRISIONAMENTO DE SEDIMENTOS NO PERFIL H, DO POA NO MÊS DE MARÇO.

Entre fevereiro e março ocorreu um rebaixamento da topografia em ≈ 1 m ao longo da área estudada, além da ampliação de ≈ 25 m da desembocadura do sangradouro na porção N do perfil (FIGURAS 29 E 30). Essas modificações levaram a uma intensa erosão de 21.100 m^3 , entre março e abril.



FIGURA 29: FOTOGRAFIA PANORÂMICA DA CONFIGURAÇÃO DA CALHA ATIVA DO SANGRADOIRO POA NO MÊS DE MARÇO.

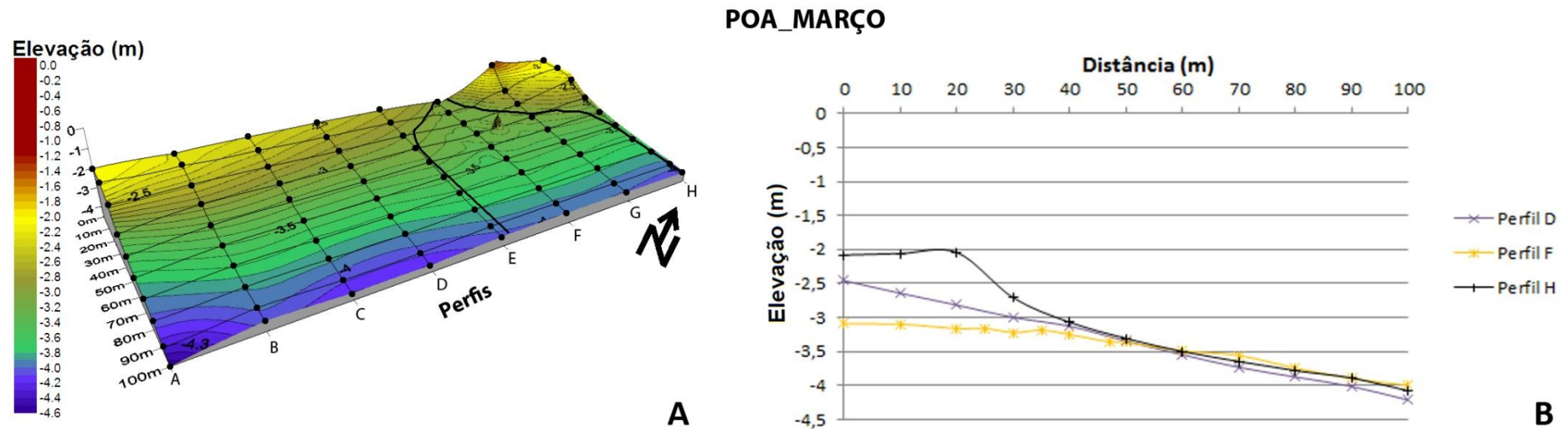


FIGURA 30: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NÓRMALS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL F, ENTRE OS PONTOS 0 E 50 M E SUA POSTERIOR ELEVACÃO A PARTIR DO PONTO 60 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AOS SEGMENTOS D E H (B).

Abril

O perfil A entre março e abril sofreu uma acresção ao longo do estirâncio de $\approx 0,7$ m, alargando a barra arenosa longitudinal, posicionando-a entre os pontos 0 e 30 m, e logo à frente formou-se uma berma incipiente, na região do ponto 40 m, com $\approx 0,2$ m de altura, onde notou-se um aclave de $0,6^\circ$ (FIGURA 32). A seguir observou-se um declive de $1,6^\circ$ até o ponto 70 m onde se encontrou uma pequena barra de espraimento com $\approx 0,2$ m de altura e ≈ 5 m de largura (FIGURA 32). A partir desse ponto não foram mais observadas feições marcantes no estirâncio até o término do transecto no ponto 100 m (FIGURA 32). Esse perfil foi classificado como intermediário através dos métodos Ω e Σb , possuindo valores de 4,49 e 0,31, respectivamente. Já o método ε possuiu um valor de 85, mostrando um transecto com alta dissipação. Nesse mês o segmento A apresentou sedimentos com um diâmetro médio de 0,18 mm, classificados como areias finas.

No transecto B pôde-se observar um leve acréscimo vertical da barra arenosa longitudinal, em $\approx 0,08$ m, posicionada entre os pontos 0 e 30 m a qual apresentou uma inclinação mais suave $\approx 0,2^\circ$, se comparada com a barra do transecto anterior (FIGURA 32). Após essa feição observou-se a continuação da barra de espraimento presente no perfil A0m, possuindo 0,08 m de altura e ≈ 5 m de comprimento. Após o ponto 30 m o perfil seguiu sem feições até seu término (FIGURA 32).

Os perfis C e D possuíram morfologias similares entre si. As diferenças residiram na altura, sendo que o perfil D é $\approx 0,07$ m mais alto que o E, e apresentou um pequeno canal de praia com 0,07 m de profundidade e ≈ 5 m de comprimento (FIGURA 32). Já o transecto E foi quase plano, onde as inclinações ao longo do estirâncio variam de $0,65^\circ$ a $0,93^\circ$, e não apresentou feições marcadas na face praial (FIGURA 32).

Os transectos E e F estavam na área de influência da desembocadura do sangradouro, sendo $\approx 0,2$ m mais baixo que os perfis adjacentes, indicando erosão devido à influência da desembocadura do sangradouro que tendeu a escavar a área (FIGURA 32). No restante do perfil não foram observadas feições marcantes, possuindo um declive médio de $0,8^\circ$ até a linha de água. O transecto F possuiu um relevo mais irregular, com um resquício da duna frontal, entre os pontos 0 e 20 m (FIGURA 32). Nele se observou a presença de um terraço entre os pontos 40 e 50

m, sendo uma área quase plana com uma inclinação de $0,1^\circ$ (FIGURA 32). A partir desse ponto notou-se um aumento na declividade do estirâncio com média 1° até o final do perfil no ponto 100 m. O perfil F foi classificado como intermediário segundo o método Ω , o qual retornou um valor de 5,49. O método Σb possuiu um valor de 0,12 o que indicou um perfil dissipativo. Para o método ϵ o perfil possuiu um valor de 349, mostrando uma alta dissipação do mesmo. Os sedimentos que se encontravam dentro do canal principal do sangradouro possuíram um diâmetro médio de 0,16 mm, sendo classificados como areias finas.

Os perfis G e H possuíram configurações semelhantes às praias adjacentes, onde observou-se a presença da duna frontal, entre os pontos 0 e 20 m, e em seguida a presença de escarpas, evidenciadas pelas alterações na declividade do perfil (FIGURAS 31 E 32). No perfil H ocorreu uma berma entre os pontos 30 e 50 m, a qual era inexistente no perfil G. Ambos os perfis possuíram configurações côncavas, que denotaram processos erosivos (FIGURA 32). Após a escarpa no perfil G e a berma do perfil H, não foram observadas feições marcantes no estirâncio de ambos os transectos até seu término. O transecto H, segundo os métodos Ω e Σb , apresentou características intermediárias, sendo seus valores de 5,71 e 0,29, respectivamente. O método ϵ retornou um valor de 95, indicando alta dissipação para esse perfil. O Perfil H apresentou areias finas com um diâmetro médio de 0,16 mm.



FIGURA 31: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA ESCARPA NO PERFIL H, DO POA NO MÊS DE MARÇO.

Num panorama geral pôde-se observar a presença da barra arenosa longitudinal entre os perfis A e E e o posicionamento da desembocadura ativa do sangradouro, entre os transecto E e F, que lhe conferiu uma largura de 9 m à montante, entre os pontos 0 e 20 m (FIGURA 32). A partir desse ponto a desembocadura se ampliou na direção N, possuindo uma calha ativa com 34 m de largura máxima, na região do ponto 80 m do transecto F, devido à presença de um meandro na área amostrada.

Devido a essas modificações supracitadas a área do POA cresceu 9.883 m³ nesse mesmo intervalo de tempo.

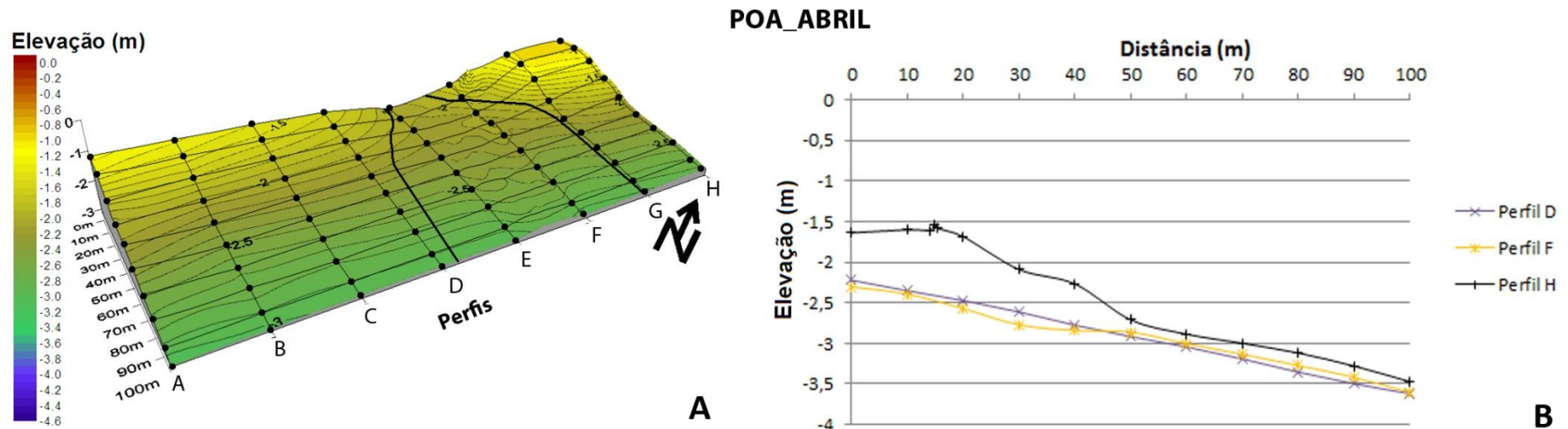


FIGURA 32: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NÔRMAS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL F, ENTRE OS PONTOS 0 E 40 M E SUA POSTERIOR ELEVÇÃO A PARTIR DO PONTO 50 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO) EM RELAÇÃO AO SEGMENTO D (B).

Maio

Os perfis A, B, C, D e E possuíam morfologias similares, onde no geral, observou-se a presença da barra arenosa longitudinal ao longo da área à S da desembocadura ativa do sangradouro, entre pontos 0 e 30 m (FIGURA 35). No restante do estirâncio ocorreram declives contínuos, morfologia levemente côncava e ausência de feições notórias. As diferenças que puderam ser observadas foram em relação à altura dos perfis, com um rebaixamento da topografia de 0,2 m, em média, entre os perfis A e E (FIGURA 35). Outras alterações que puderam ser identificadas foram: as feições presentes na barra arenosa longitudinal do perfil B, que foram interpretadas como marcas onduladas devido à ação do vento (FIGURA 33); a barra arenosa no transecto C, evidenciada pelo aclave de 1,2° em direção ao ponto 20 m; e em seguida um declive de 1,4° em direção ao ponto 40 m (FIGURA 35). O segmento A apresentou características intermediárias com valores de 3,09 e 0,39 para os métodos Ω e Σ_b , respectivamente. O método ϵ retornou um valor de 36, indicando que esse perfil possuiu uma alta dissipação. O Perfil A apresentou sedimentos classificados como areias finas com um diâmetro médio de 0,2 mm.



FIGURA 33: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DAS MARCAS ONDULADAS NA REGIÃO DO PERFIL B, DO POA NO MÊS DE MAIO.

O transecto F encontrava-se no centro da desembocadura ativa do sangradouro Olho D'Água, sendo observada uma mudança em sua altura de 0,14 m, apenas em relação ao perfil G que se localizava na porção N da área amostrada.

Nesse perfil pôde-se observar a presença de uma área mais profunda na região do ponto 20 m, evidenciando a ação do fluxo do sangradouro, o qual escavou a área. No restante da face praial não ocorreram feições evidentes, onde sua inclinação foi constante, sendo em média de $0,74^\circ$ (FIGURA 34). Esse segmento possui sedimentos classificados como areias finas e com diâmetro médio de 0,16 mm.



FIGURA 34: FOTOGRAFIA INDICANDO A CONFIGURAÇÃO DA CALHA ATIVA DO SANGRADOIRO NO PERFIL F, DO POA NO MÊS DE MAIO.

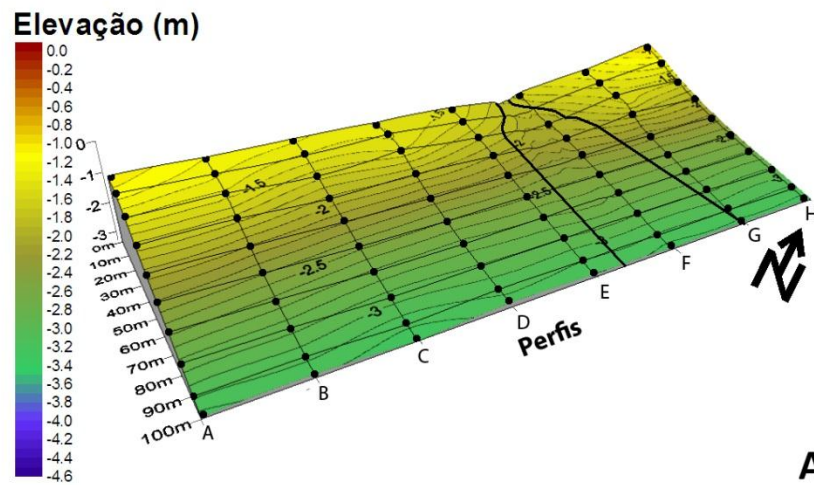
O perfil G caracterizou-se pela erosão da duna, também observada no mês anterior, rebaixando a topografia nessa região em $\approx 0,2$ m. Os sedimentos ali erodidos foram depositados logo a baixo, na forma de uma barra arenosa incipiente, com $\approx 0,04$ m de altura e 20 m de extensão, evidencia por uma aclave de $3,2^\circ$ entre os pontos 20 e 30 m e em seguida pelo declive de $2,6^\circ$ entre os pontos 30 e 40 m (FIGURA 35). No restante do estirâncio não foram observadas outras feições, sendo o declive médio em direção à linha de água de $1,4^\circ$.

O perfil H possuiu uma elevação da topografia de $\approx 0,2$ m no pós-praia (pontos 0 e 10 m), em relação ao mês anterior, devido ao acréscimo de sedimentos na duna incipiente presente nessa área (FIGURA 35). O restante do perfil não apresentou feições bem delineadas, com um declive médio de $1,2^\circ$ em direção ao mar. Segundo os métodos Ω e Σb , esse segmento foi classificado como intermediário atingindo valores de 3,57 e 0,43, respectivamente, sendo que pelo método ε esse perfil

possuiu alta dissipação, com um valor de 36. O transecto H possuiu sedimentos com diâmetro médio de 0,18 mm classificados como areias finas.

As mudanças ocorridas entre os meses de abril e maio deveram-se principalmente à elevação da topografia em $\approx 0,5$ m ocorrida ao longo de toda área do POA, resultando numa acresção de 7.310 m³.

Num panorama geral observou-se a progradação da barra arenosa longitudinal na direção NE do perfil, localizando-se entre os perfis E e F. Com isso ocorreu um estreitamento da desembocadura do sangradouro de ≈ 20 m entre os pontos 0 e 30 m (FIGURA 35). A largura máxima da calha ativa desse corpo aquoso foi de 23 m localizada no ponto 60 m do perfil F, onde observou-se o meandramento do canal na direção SW da área (FIGURA 34). A partir desse ponto a calha ativa do sangradouro se ampliou, tomando a forma de um delta até o final do estirâncio no ponto 100 m.



POA_MAIO

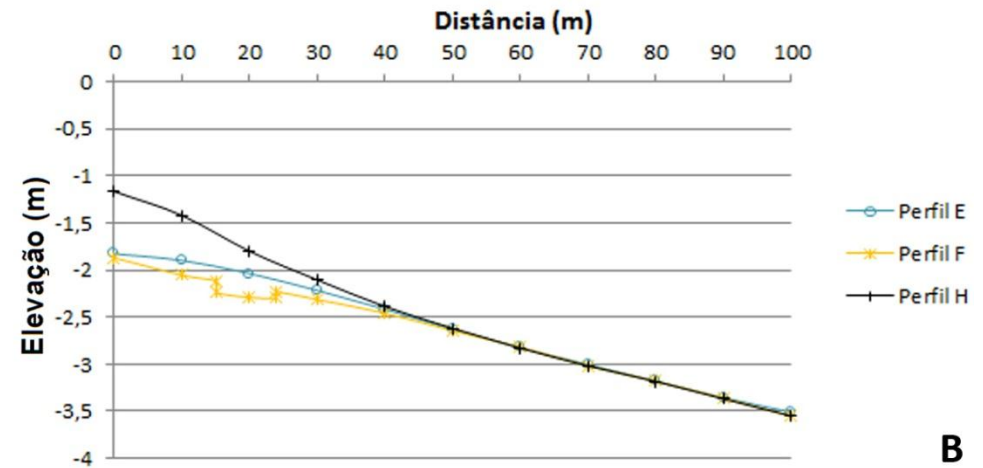


FIGURA 35: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL F, ENTRE OS PONTOS 0 E 30 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO), E SEU POSTERIOR NIVELAMENTO COM OS PERFIS E E H (B).

Junho

No mês de junho observou-se uma homogeneidade do estirâncio e do pós-praia entre os perfis A e F, onde ocorreu uma elevação na topografia de ≈ 1 m, e sem uma barra longitudinal bem definida, como no mês anterior (FIGURA 38). Já os perfis na porção N da área de estudo (G e H) possuíram morfologia distinta, onde o perfil foi mais retilíneo e côncavo, sem feições marcadas na face da praia, semelhante às praias adjacentes sem influência de sangradouros (FIGURA 38).

Entre os meses de maio e junho ocorreu o fechamento da desembocadura do sangradouro durante 15 dias, segundo comunicação pessoal com pescadores da comunidade local. Com isso ocorreu uma acresção no pós-praia, região da barra arenosa longitudinal, tornando-a mais plana e menos definida em relação ao mês anterior. Apenas no perfil F se observou a presença marcada dessa barra, evidenciada pelo declive de $1,3^\circ$ a partir do ponto 40 m (FIGURA 38). Após relatos de inundações, por parte dos moradores dos balneários Olho D'Água e Marisol, os quais a gamboa Olho D'Água drena, foi feita a abertura artificial de uma vala de escoamento, tornando a calha ativa do sangradouro retilínea e mais estreita que no mês anterior com largura máxima de 46 m (FIGURA 38).

No transecto A notou-se a presença de um perfil mais inclinado, em relação ao mês de maio, com um declive médio de $\approx 1,5^\circ$. A seguir observou-se a presença de uma barra arenosa, soldada ao estirâncio, entre os pontos 80 e 90 m, com $\approx 0,6$ m de altura e 10 m de largura (FIGURA 38). Entre os pontos 90 e 100 m ocorreu um canal de praia estreito, com 6 m de largura e 0,6 m de profundidade, em relação à barra de espraçamento. Essa barra foi formada pelo acúmulo de e retrabalhamento dos sedimentos nessa região pelos fluxos do sangradouro (FIGURA 38). Os métodos Ω e Σ_b retornaram valores de 2,58 e 0,34, respectivamente, indicando um perfil com características intermediárias, sendo que o método ε retornou um valor de 20, evidenciando um transecto dissipativo. O Perfil A apresentou sedimentos classificados como areias finas, com diâmetro médio de 0,17 mm.

Os perfis B e C estavam localizados às margens da desembocadura ativa do sangradouro (FIGURA 38). No transecto B se observou uma escarpa entre os pontos 0 e 10 m, a qual possuiu 0,13 m de altura evidenciada por uma inclinação acentuada de 6° (FIGURA 36).



FIGURA 36: FOTOGRAFIA COM A INDICAÇÃO DA ESCARPA NO PERFIL B, DO POA NO MÊS DE JUNHO.

A partir dessa escarpa o perfil seguiu em um declive de $0,8^\circ$ até a barra soldada ao estirâncio, que possuiu 0,45 m de altura, localizada entre os pontos 90 e 100m (FIGURA 38), evidenciada por um active de 3° . Nessa mesma região ocorreu a continuação do canal de praia, existente no transecto A, com uma profundidade de 0,45 m em relação à barra de espraimento. O perfil C apresentou as mesmas características do transecto anterior, no entanto, com um declive médio de $1,33^\circ$. Nesse perfil não se observou a escarpa, sendo que a barra arenosa encontrada entre os pontos 80 e 100 m possuiu uma altura de 0,8 m de altura (FIGURA 38). A seguir também foi observado o canal de praia, entre os pontos 90 e 100 m, com uma profundidade de 0,8 m, em relação à barra de espraimento (FIGURA 38). O perfil B possuiu características intermediárias, segundo os métodos Ω e Σb , os quais retornaram valores de 2,78 e 0,32. Já o método ϵ mostrou um perfil dissipativo, atingindo um valor de 20. Os sedimentos presentes no transecto C apresentaram diâmetro médio de 0,16 mm, sendo classificados como areias finas.

Os perfis D e E apresentaram declives contínuos até o ponto 70 m, de $\approx 1,4^\circ$ e $\approx 1,1^\circ$, respectivamente. Nessa área observou-se uma berma bem desenvolvida com altura de 1,14 m, formada pela acresção ocorrida entre os meses de maio de junho (FIGURA 38). A partir desse ponto ocorreram declives de $1,3^\circ$ e $0,9^\circ$ até o final dos transectos amostrados.

O transecto F apresentou uma elevação na topografia de $\approx 0,12$ m, em relação ao perfil E, sendo essa uma porção mais pronunciada da barra arenosa longitudinal. A seguir o perfil seguiu em um declive constante, até o ponto 70 m, onde encontrou-se uma berma com $\approx 0,5$ m de altura. A partir desse ponto o estirâncio seguiu em um declive de $\approx 0,5^\circ$ até a linha de água (FIGURA 38).

Os transectos G e H possuíam morfologias que diferiram dos outros segmentos. Ambos possuíam um perfil mais côncavo com a presença de bermas incipientes na região do ponto 80 m (FIGURA 38). Essas feições se tornaram evidentes pelo aclave de $1,15^\circ$ no perfil G e pelo declive mais suave do perfil H, passando de $1,5^\circ$ para $0,8^\circ$. No restante dos segmentos ocorreram declividades contínuas, com médias de $1,23^\circ$ e $1,41^\circ$, respectivamente. Em relação ao mês anterior, esses transectos tiveram uma elevação na topografia de ≈ 1 m, entre os pontos 0 e 20 m, sendo que no perfil F se observou o desaparecimento da barra arenosa entre os pontos 20 e 40 m (FIGURA 38). No restante do estirâncio não foram observadas modificações marcantes a não ser pelas bermas supracitadas. Para o perfil H, os valores dos métodos Ω e Σb foram de 2,74 e 0,34, respectivamente, caracterizando-o como intermediário. O método ε possuiu um valor de 16, classificando esse perfil como dissipativo.

Com o fechamento da desembocadura e seu posterior restabelecimento, pela abertura antrópica de uma vala de escoamento, entre os perfis B e C (FIGURAS 37 E 38), os sedimentos presentes na porção não amostrada do perfil foram realocados artificialmente no pós-praia, gerando uma acresção de 19.659 m^3 . Porém esse não é o único motivo de tal acresção. Pode-se observar uma elevação da topografia em toda a área de estudo em ≈ 1 m, como mencionado anteriormente devido a ação hidrodinâmica marinha na região.



FIGURA 37: FOTOGRAFIA INDICANDO A ABERTURA ARTIFICAL DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO ENTRE OS PERFIS B E D, DO POA, NO MÊS DE JUNHO.

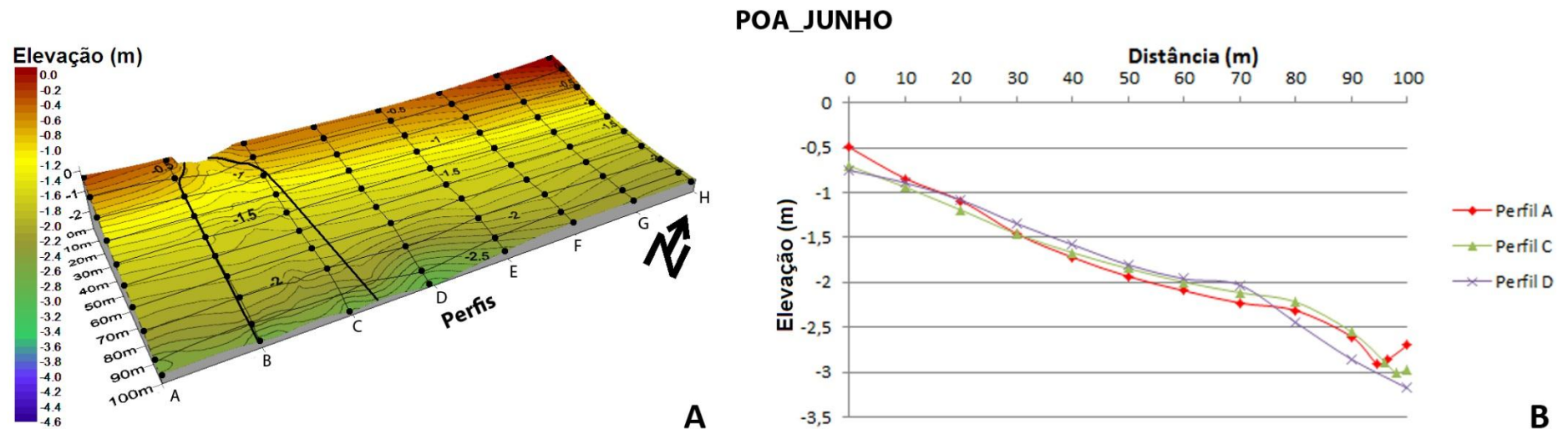


FIGURA 38: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOURO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NÔRMAS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOURO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL C, ENTRE OS PONTOS 0 E 70 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOURO), E SUA POSTERIOR ELEVAÇÃO ENTRE OS PONTOS 80 E 90 M AOS EM RELAÇÃO SEGMENTOS A E D (B).

Julho

O perfil A apresentou uma morfologia homogênea sem feições evidentes no pós-praia e no estirâncio, seguindo num declive contínuo de $1,42^\circ$ até o término do transecto no ponto 100 m (FIGURA 41), sendo que os métodos Ω e Σb o classificaram como intermediário, com valores de 3,57 e 0,26, respectivamente e o método ε o definiu como altamente dissipativo, atingindo um valor de 48. Esse segmento possuiu sedimentos classificados como areias finas com um diâmetro médio de 0,21 mm.

O transecto B foi em média $\approx 0,3$ m mais que o perfil A devido sua proximidade com a calha ativa do sangradouro (FIGURA 41). Na região do pós-praia, entre os pontos 20 e 30 m, observou-se uma depressão interpretada como um resquício do canal do sangradouro, devido sua migração para a porção NE da área de estudo (FIGURA 39). Entre os pontos 30 e 50 m, observou-se a barra arenosa longitudinal bem desenvolvida, com 0,64 m de altura, evidenciada por um declive de $\approx 2^\circ$ em direção ao ponto 60 m. Na região do ponto 70 m ocorreu uma berma com altura de 0,73 m (FIGURA 41), evidenciada por um aclave de $1,2^\circ$ e em seguida um declive mais suave de $0,8^\circ$ em direção ao final do perfil no ponto 100 m.



FIGURA 39: FOTOGRAFIA INDICANDO A DEPRESSÃO PRESENTE NO REGIÃO DO PERFIL B, DO POA, NO MÊS DE JULHO.

No perfil C observou-se uma topografia irregular no pós-praia (pontos 0 a 20 m) devido a presença da calha ativa do sangradouro, que iniciou a drenagem do perfil praiar nessa região. Com isso ocorreu um rebaixamento da topografia de 0,66 m em relação ao perfil anterior, pois essa região encontrava-se na área de influência da vala de escoamento, aberta artificialmente, no mês de junho (FIGURA 41). Entre os pontos 20 e 40 m notou-se a continuação da barra arenosa longitudinal, com 0,7 m de altura e um declive de 1° em direção ao 50 m. O restante do estirâncio é não foram observadas feições marcadas o qual seguiu com um declive médio de 1° até o seu final (FIGURA 41). Esse segmento possuiu sedimentos com diâmetro médio de 0,16 mm e foram classificados como areias finas.

O transecto D também apresentou um relevo irregular no pós-praia. Mesmo que parte desse perfil encontrou-se sob influência da calha ativa do sangradouro, ele possuiu uma topografia $\approx 0,4$ m mais alta que o transecto anterior (FIGURA 41). A partir do ponto 0 m observou-se um declive contínuo até o ponto 20 m, onde ocorreu a continuação da calha ativa do sangradouro evidenciada pela presença de uma escarpa de 0,33 m de profundidade e 5,3 m de largura (FIGURA 41). Apenas no ponto 30 m encontrou-se um rebaixamento da topografia em relação ao perfil C, sendo esse valor de $\approx 0,2$ m. Nessa área observou-se a ausência da barra arenosa longitudinal, pois o segmento D corta perpendicularmente a calha ativa do sangradouro, o qual erodiu os sedimentos ali depositados (FIGURA 41). A partir desse ponto o perfil segue um declive contínuo, até seu final, sem alterações na morfologia com inclinação média de 1° . Esse transecto foi caracterizado como intermediário pelo método Ω o qual retornou um valor de 4,88. Os métodos Σb e ε classificaram esse transecto como dissipativo e altamente dissipativo com valores de 0,16 e 1467.

Os perfis D e E possuíram morfologias similares, sendo que o perfil D, a partir do ponto 40 m, encontrou-se dentro da calha ativa do sangradouro. Ao longo de toda sua extensão esse segmento possuiu um relevo sem feições marcadas, caracterizado por um declive contínuo, com média de 1° , até seu término no ponto 100 m. Esse segmento foi $\approx 0,3$ m mais baixo que na amostragem anterior, evidenciando processos erosivos (FIGURA 41). Já o perfil E apresentou no pós-praia a presença da barra arenosa longitudinal evidenciada pelo aclave de $1,75^\circ$, seguido de um declive de $0,5^\circ$, que possuiu uma altura de 0,4 m, (pontos 0 a 20 m; FIGURA 41). A partir desse ponto o transecto seguiu sem modificações até o ponto

70 m, onde observou-se um estirâncio plano, com $0,55^\circ$ seguido de um aclave em direção ao ponto 90 m de $0,6^\circ$ (FIGURA 41). Em relação ao mês anterior esse perfil se mostrou $\approx 0,5$ m mais baixo, onde também ficaram evidentes os processos erosivos ocorridos na região.

Os perfis G e H possuíram características de perfis praias oceânicos, sem a presença de sangradouros, devido sua morfologia. Seus formatos foram côncavos com a presença de bermas, localizadas entre os pontos 0 a 20 m e 0 a 30 m de cada segmento. Essas bermas foram evidenciadas por declives de $0,8^\circ$ e $1,3^\circ$, as quais possuíram 20 m e 30 m de largura e alturas de $\approx 0,5$ m e $\approx 0,8$ m, respectivamente (FIGURA 41). No restante dos transectos não foram observadas feições marcantes, seguindo com declives constantes de $0,8^\circ$ e 1° até a linha de água. Em relação à amostragem anterior, esses perfis também sofreram erosão, denotada pelo rebaixamento médio do relevo em 0,5 m. O perfil H foi caracterizado como intermediário pelos métodos Ω e Σb , os quais apresentaram valores de 4,31 e 0,26, respectivamente. Já o método ε classificou o transecto como altamente dissipativo, possuindo um valor de 54. O perfil H possuiu sedimentos com diâmetro médio de 0,18 mm, sendo classificados como areias finas.

A erosão de 10.840 m^3 , entre junho e julho, no POA ocorreu devido à ação conjunta da hidrodinâmica marinha e da retomada do curso natural do sangradouro. Nesse intervalo de tempo ocorreu um aprofundamento de sua calha ativa, gerando pequenas escarpas de $\approx 0,8$ m de altura, entre os perfis B e D. Com a migração para N a calha do sangradouro se posicionou longitudinalmente à costa, entre os segmentos B e F, levando a escavação e remoção dos sedimentos do pós-praia (FIGURA 12). Essa escavação é denotada pela elevação do relevo na porção N da área de estudo (perfis G e H), sendo 0,5 m mais alto que na região entre os perfis B e D (FIGURA 41).

Além da escavação efetuada pelo sangradouro a ação das ondas em toda a área amostrada contribuiu para o rebaixamento da topografia, em $\approx 0,4$ m, entre junho e julho, caracterizando uma erosão generalizada.

Nesse mês observou-se um canal ativo do sangradouro bem definido com dois meandros, sendo o primeiro presente na região do ponto 10 m, à S do perfil D, com largura máxima de 13,8 m. O outro meandro está localizado à N do transecto D, apresentando largura máxima de 28 m, o qual representa a largura máxima da calha ativa nesse mês (FIGURAS 40 E 41).



FIGURA 40: FOTOGRAFIA PANORÂMICA DA CONFIGURAÇÃO DA CALHA ATIVA DO SANGRADOURO POA NO MÊS DE JULHO.

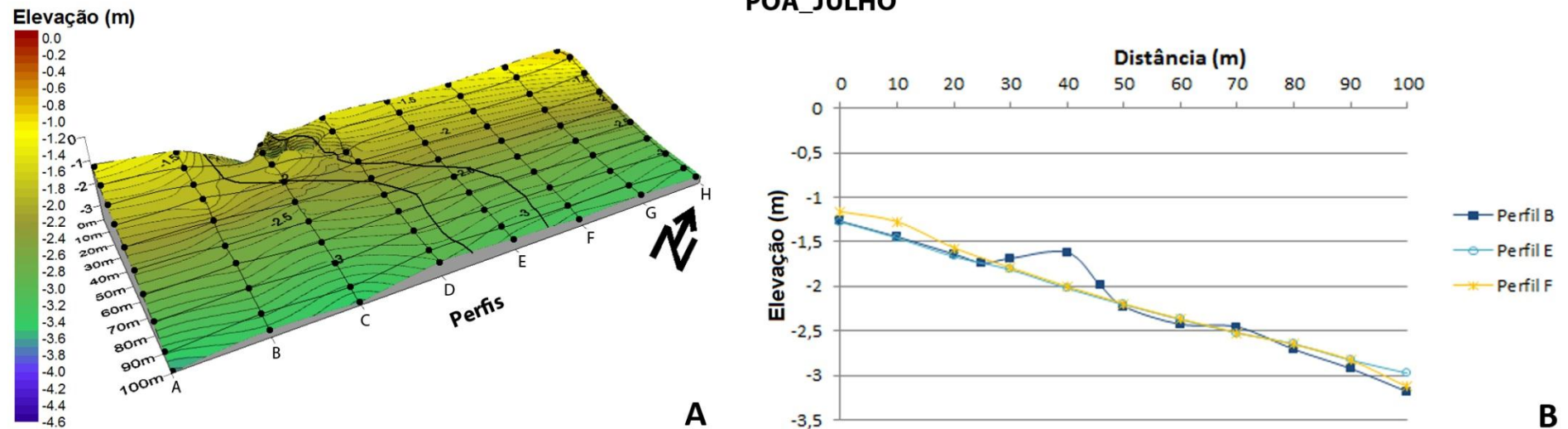


FIGURA 41: REPRESENTAÇÃO DA MORFOLOGIA DO POA EM FEVEREIRO ATRAVÉS DE UM MDE, COM A INDICAÇÃO DA MALHA AMOSTRAL ADOTADA (LINHAS NORMAIS E LONGITUDINAIS À COSTA), DOS PONTOS DE LEITURA TOPOGRÁFICA (PONTOS NEGROS) E A DELIMITAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO SANGRADOIRO (LINHAS NEGRAS SINUOSAS) (A). REPRESENTAÇÃO DOS 3 PERIFS NORMAIS À COSTA ADJACENTES À CALHA ATIVA DO SANGRADOIRO, APRESENTANDO AS ALTERAÇÕES ENTRE OS TRANSECTOS, COM O REBAIXAMENTO DA TOPOGRAFIA NO PERFIL E, ENTRE OS PONTOS 0 E 60 M (CALHA ATIVA DO SANGRADOIRO), E SUA POSTERIOR ELEVÇÃO ENTRE OS PONTOS 70 E 100 M AOS EM RELAÇÃO SEGMENTOS B E F (B).

4.2 Variações Volumétricas dos Perfis Barrancos e Olho D'Água

A variação volumétrica total para a região do sangradouro Barrancos foi de - 7.877 m³ (TABELA 1), numa área de influência de 19.800 m², ao longo de seis meses de estudo, evidenciando um panorama erosivo desta região. Nos intervalos entre fevereiro a março, abril e maio e junho e julho foi observada acresção na área estudada com volumes de 3.749 m³, 1.669 m³ e 1.729 m³, respectivamente (FIGURA 42).

TABELA 1: BALANÇO DOS VOLUMES DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU ACRESCIDOS (+) EM METROS CÚBICOS (m³), NO PERÍODO ENTRE FEVEREIRO E JULHO DE 2011 DO PERFIL PRAIAL SOB INFLUÊNCIA DO SANGRADOIRO BARRANCOS

Perfil	Período	Volume (m ³)	Balanço Volumétrico (m ³)	Variação volumétrica total (m ³)
PBA	Fevereiro	-25.009	-	-7.877
	Março	-21.259	+3.749	
	Abril	-29.091	-7.831	
	Maio	-27.422	+1.669	
	Junho	-34.616	-7.193	
	Julho	-32.886	+1.729	

Na área sob influência do sangradouro Olho D'Água, foi observado o cenário oposto, com uma acresção de 4.912 m³ (TABELA 2), numa área amostrada de 25.300 m². Foram observados períodos erosivos apenas entre os meses de fevereiro e março e junho e julho, com volumes de 21.100 m³ e 10.840 m³, respectivamente (FIGURA 42).

TABELA 2: BALANÇO DOS VOLUMES DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU ACRESCIDOS (+) EM METROS CÚBICOS (m³), NO PERÍODO ENTRE FEVEREIRO E JULHO DE 2011 DO PERFIL PRAIAL SOB INFLUÊNCIA DO SANGRADOURO OLHA D'ÁGUA

Perfil	Período	Volume (m ³)	Balanço Volumétrico (m ³)	Variação volumétrica total (m ³)
POA	Fevereiro	-55076,6	-	+4.912
	Março	-76177,4	-21.100	
	Abril	-66294,1	+9.883	
	Maio	-58983,3	+7.310	
	Junho	-39324,1	+19.659	
	Julho	-50164,6	-10.840	

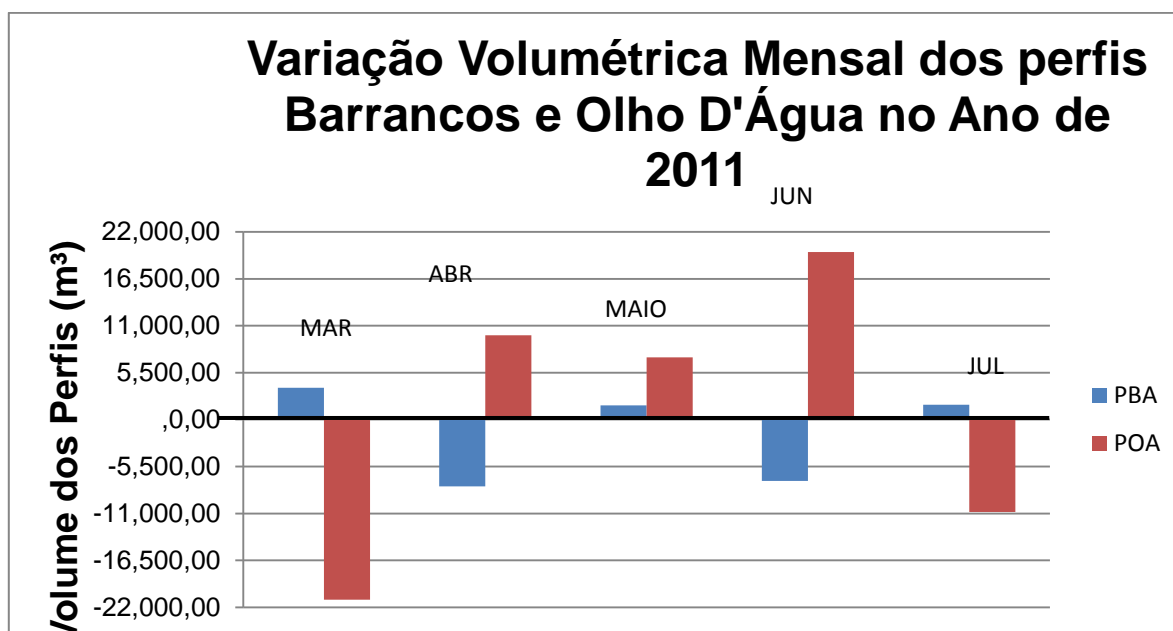


FIGURA 42: VARIAÇÃO VOLUMÉTRICA MENSAL (M³) DOS PERFIS PRAIAIS SOB INFLUÊNCIA DOS SANGRADOUROS BARRANCOS (PBA) E OLHO D'ÁGUA (POA) ENTRE FEVEREIRO E JULHO DE 2011

4.3 Forçantes Oceanográficas e Meteorológicas que Influem nos Sangradouros

Através das observações visuais em campo constatou-se que a incidência de ondas na região ocorreu principalmente dos quadrantes S, SSE e SE, durante todo o período de estudo. As Hs médias foram de 0,53 m em ambas as praias, e os T

médios foram de 7 s para PBA e 8 s para POA, sendo que as maiores ondas foram observadas nos meses de outono e inverno para ambos os perfis.

Foram confirmados 10 eventos de ressaca no litoral do Paraná, sendo todos nos meses de outono e inverno, em especial no mês de maio onde foram observados 9 eventos (TABELA 3). Observou-se um padrão onde as ondas incidentes, em água profundas, provêm dos quadrantes S, SE e SW, em relação a orientação da costa na área de estudo, que é de NE/SW. Apesar dos avisos de ressaca, emitidos pelo Centro de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (CHM, 2011), mostrarem ondas provenientes de SW as ondas que atingem o Arco de Praia de Leste refratam no leito da plataforma continental rasa, modificando a direção do trem de ondas para S/SE (NEMES, 2011). Essas ondas tiveram alturas médias de aproximadamente 2,5 m, a 10 m de profundidade, as quais tendem a acelerar as correntes de deriva litorânea e de retorno existentes na região. Além disso, observou-se que a incidência de ressacas no mês de maio, ocorreu em média, em eventos sequenciais com um intervalo máximo de 10 dias. Isso tende a gerar um empilhamento de água em direção à costa e uma incidência mais frequente de ondas com maior potencial erosivo sobre as praias oceânicas do Paraná, podendo acarretar em processos de erosão mais acentuados (TABELA 3).

TABELA 3: OCORRÊNCIA DE RESSACAS, DIREÇÃO E ALTURA DAS ONDAS, A 10 M DE PROFUNDIDADE, NA ÁREA CHARLIE, NO PERÍODO ENTRE MAIO E JULHO DE 2011. FONTE: CENTRO DE HIRDOGRAFIA E NAVEGAÇÃO (CHM, 2011)

RESSACA			
Número de Referência (NR)	Data	Direção das ondas	Altura das Ondas (m)
171	02/05/11	SW	2,5
191	06/05/11	SW/S	2,5/3
203	08/05/11	SW/S	2,5
215	16/05/11	SW/SE	2,5/3
222	17/05/11	S/SE	2,5
240	27/05/11	SW/SE	2,5/3,5
248/249	28/05/11	SW/SE	2/4,5
250	29/05/11	SW/SE	2/4
258	30/05/11	SW/SE	2,5/3
378/379	27/06/11	SW/S	2,5/3,5

A precipitação pluviométrica acumulada mensal na região seguiu o padrão esperado com níveis maiores nos meses de verão, 476 mm em fevereiro e 419 mm em março, que caracterizam o período chuvoso para a região do Arco Praial de Praia de Leste. Nos meses de outono e inverno ocorre uma diminuição da precipitação acumulada, o que também é esperado para a área estudada com níveis de: 72, 85, 98 e 75 mm entre abril e julho de 2011 respectivamente. Seguindo esse padrão esperasse uma maior intensidade dos fluxos dos sangradouros no período chuvoso e sua consequente redução para os meses de outono e inverno.

Os fluxos médios ao longo de seis meses para os sangradouros Barrancos e Olho D'Água foram de $0,47 \text{ m.s}^{-1}$ e $0,5 \text{ m.s}^{-1}$, respectivamente. Os valores mensais para cada um deles foram de respectivamente: $0,68$ e $0,51 \text{ m.s}^{-1}$ em fevereiro, $0,94$ e $0,47 \text{ m.s}^{-1}$ em março, $0,37$ e $0,52 \text{ m.s}^{-1}$ em abril, $0,49$ e $0,67 \text{ m.s}^{-1}$ em maio, 0 e $0,28 \text{ m.s}^{-1}$ em junho e $0,52 \text{ m.s}^{-1}$, tanto para o sangradouro Barrancos quanto para o Olho D'Água, no mês de julho (FIGURA 43). Através desses dados pode-se observar uma

leve diminuição dos fluxos medidos no sangradouro do PBA entre os meses de verão em relação aos meses de outono e inverno (FIGURA 43). Também se observa uma inversão na velocidade dos fluxos a partir do mês de março, sendo que o sangradouro Olho D'Água passou a ter fluxos superiores ao sangradouro Barrancos, nos meses de outono e inverno. No mês de junho o sangradouro Barrancos estava inativo devido ao fechamento de sua desembocadura, sendo que não foram observados fluxos ao longo do perfil praial.

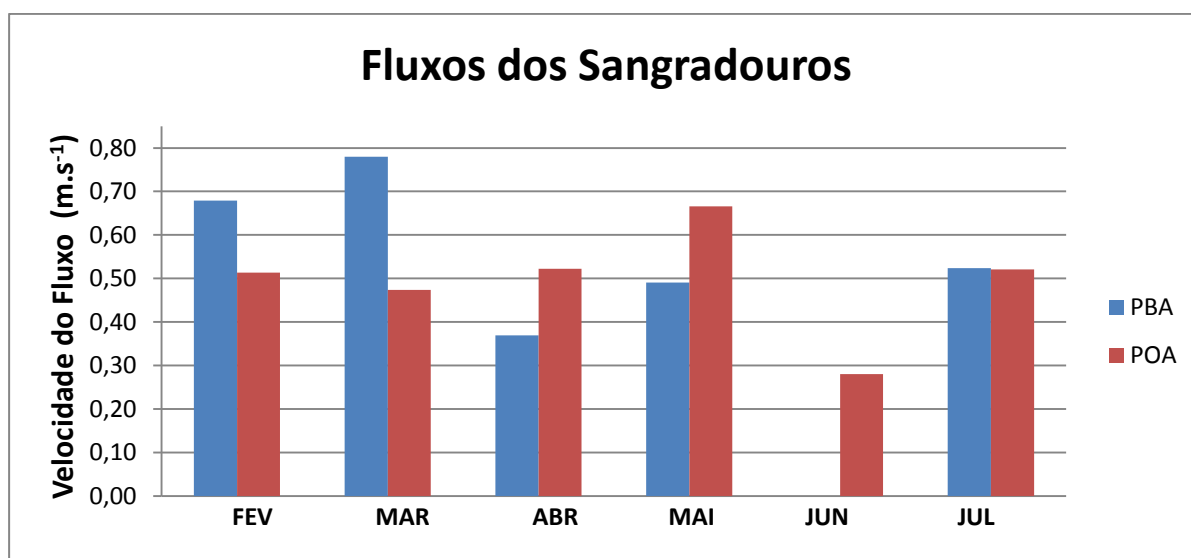


FIGURA 43: VELOCIDADE DOS FLUXOS MEDIDOS (CM.S⁻¹) PARA OS SANGRADOUROS DOS PERFIS BARRANCOS (PBA) E OLHO D'ÁGUA (POA).

Os sedimentos capturados pela armadilha nos meses de fevereiro, maio e julho foram, no geral, areias finas e muito finas, bem e muito bem selecionadas. Apenas no mês de julho, no POA, foram encontrados sedimentos moderadamente selecionados, devido à presença de fragmentos de conchas nas frações de areia grossa e areia muito grossa da amostra.

Os parâmetros estatísticos granulométricos dos sedimentos amostrados ao longo dos meses de estudo, nas extremidades dos perfis e na calha ativa dos sangradouros, em ambas as áreas de estudo, não apresentaram mudanças significativas entre classes as granulométricas. Num geral foram encontradas areias muito finas a finas, moderadamente a muito bem selecionadas. Porém, analisando a granulometria dentro da classe granulométrica predominante (areia fina), notou-se um afinamento dos sedimentos presentes na calha ativa dos sangradouros em relação às amostras coletadas nas extremidades tanto para o PBA quanto para o

POA. Em relação aos meses de coleta, observou-se um engrossamento dos sedimentos, dentro da classe areia fina, nos meses de maio, junho e julho tanto no canal ativo dos sangradouros, quanto nas extremidades dos perfis PBA e POA.

Levando-se em consideração a influência da precipitação, dos fluxos e do tamanho dos grãos presentes nesses sangradouros o transporte total de sedimentos efetuado por esses corpos de água foi significativo apenas para os meses de maio e julho. Em fevereiro, devido a uma falha na amostragem, o transporte foi subestimado. Em maio o transporte total efetuado pelo sangradouro no PBA foi de $2,39 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ e no POA foi de $3,87 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ e em julho esse transporte foi de $2,03 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ e $1,98 \times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ respectivamente. Ao longo dos 146 dias de atividade, esses corpos de água efetuaram um transporte médio de sedimentos de $\approx 28 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1}$ para PBA e $\approx 37 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-1}$ para POA. Assumindo uma largura média para a calha dos sangradouros de 10 m o PBA e o POA transportaram $\approx 280 \text{ m}^3$ e $\approx 370 \text{ m}^3$ em 146 dias.

Pôde-se observar um transporte efetivo por parte dos sangradouros o qual fica evidente pelos sedimentos capturados na armadilha tanto pra PBA quanto para POA. Outro fator que evidencia esse transporte é a deposição ocorrida no segmento F do PBA, formando um “delta” próximo à linha de água no mês de julho. Assumindo uma calha ativa com média de 10 m de largura na área de amostragem o sangradouro transportou 12 m^3 num período de 30 dias. Observando a morfologia do “delta”, o qual possui 50 m de comprimento, 40 m de largura e 0,3 m altura, pôde-se inferir um volume depositado nessa área de aproximadamente 600 m^3 durante 30 dias.

5. DISCUSSÃO

A utilização do parâmetro adimensional de Dean revelou praias com características intermediárias para os perfis PBA e POA, mesmo nas áreas sob influência direta das calhas ativas dos sangradouros, indicando uma maior reflexão da energia das ondas, do que em praias dissipativas, e acresção durante a maior parte do período de estudo. Este método leva em consideração uma média do estágio morfodinâmico da praia por um longo tempo de observação, durante anos. Sendo assim, sua utilização é inadequada para períodos de inferiores, como a do estudo em questão. Esses resultados diferem dos estudos anteriores para as praias do balneário Atami (SOARES *et. al.*, 1997; BORZONE *et. al.*, 1998) e com as praias

oceânicas do litoral do Rio Grande do Sul (CALLIARI & KLEIN, 1993; GUEDES *et al.*, 2009; e PEREIRA *et al.*, 2010) sendo que o padrão observado nestes locais foi o de estágios intermediários e dissipativos. Isso ocorre pelo maior tempo de observação dos trabalhos anteriores, os quais se encaixam melhor para o método do parâmetro adimensional de Dean. Estas praias apresentaram areias finas e muito finas, declives suaves (1° - 2°) e ondas incidentes de SE com Hs máxima de 1,74 m. Para as praias do perfil Atami, Soares *et al.* (1997) destacam que em períodos erosivos o perfil praiial foi classificado como dissipativo e quando ocorreu acresção, sua classificação passou a ser intermediária. Mesmo assim, estes autores fazem uma ressalva que os valores de Ω nem sempre coincidiram com a morfologia da praia, o que também foi observado nos perfis PBA e POA. Isso pode ter ocorrido pela resolução da amostragem dos dados de onda, já que as observações foram executadas apenas no momento das amostragens de campo, o que pode ter refletido um clima de ondas instantâneo e não o comportamento junto ao ante-praia e a face litorânea.

O parâmetro escalar de surfe mostrou ao longo de todo o período perfis praias dissipativos e de alta dissipação. O número de Iribarren revelou praias intermediárias nas áreas adjacentes às desembocaduras ativas dos sangradouros e perfis dissipativos sob suas áreas de influência. Esses valores diferem da classificação pelo parâmetro Ω , provavelmente devido a inclusão das declividades dos perfis praiiais. Essa inserção tendeu a resultar na robustez dos cálculos, retornando valores mais condizentes com os resultados de Soares *et al.*, (1997) e Borzone *et al.*, (1998), e evidenciando as alternâncias entre características dissipativas e intermediárias conforme os estudos sobre praias oceânicas no litoral do Paraná e do Rio Grande do Sul (SOARES *et al.*, 1997; BORZONE *et al.*, 1998; CALLIARI & KLEIN, 1993; GUEDES *et al.*, 2009; e PEREIRA *et al.*, 2010). Também pôde ser observada uma tendência dissipativa nas calhas ativas dos sangradouros, pois esses perfis tenderam a ter declividades mais suaves que os segmentos adjacentes. Com essa alta dissipação a praia está em um estágio mais energético, onde a mobilização de sedimentos é mais acentuada, que nas praias intermediárias e refletivas, gerando perfis praiiais com maior variabilidade espaço-temporal.

As modificações morfológicas observadas ao longo do período de estudo se devem principalmente a ação conjunta das ondas que incidiram obliquamente às

praias da área de estudo, provenientes de S/SE, e aos fluxos dos sangradouros que escavam o pós-praia e depositam sedimentos próximo à linha de água.

TABELA 4: ONDAS INCIDENTES MENSURADAS ATRAVÉS DO MÉTODO VISUAL DE MELO (1993) NOS PERFIS BARRANCOS E OLHO D'ÁGUA

ONDAS INCIDENTES			
Perfil	Mês	Hs(m)	T(s)
PBA	FEV	0,23	5,3
POA	FEV	0,45	10,72
PBA	MAR	0,2	5,5
POA	MAR	0,3	6,72
PBA	ABR	0,55	6
POA	ABR	0,55	5,9
PBA	MAI	0,4	7,72
POA	MAI	0,7	9,09
PBA	JUN	0,65	8,54
POA	JUN	0,57	10,9
PBA	JUL	1,15	9,3
POA	JUL	0,6	6,36

Nas extremidades S e N de PBA e POA puderam ser observados perfis mais inclinados e, portanto com um maior estoque sedimentar, principalmente na forma de uma berma no PBA e de uma barra arenosa longitudinal no POA. Tal morfologia revela praia com um maior poder de reflexão das ondas, diminuindo sua ação sobre o pós-praia. Com isso essas áreas possuem uma morfologia muito similar as praias sem influência de sangradouros, já que não estão sob ação direta da desembocadura ativa desses corpos de água.

As ondas provenientes de S/SE, que atingem os perfis PBA e POA, associadas aos fluxos dos sangradouros, tendem a retirar sedimentos do sopé da duna frontal desestabilizando os sedimentos e erodindo a porção N dos perfis. Isso fica evidente pela migração das desembocaduras desses corpos de água para NE ao longo de todo o período de estudo. Outro fator que facilita essa remoção de sedimentos é o caráter dissipativo e mais energético das áreas sob influência da calha ativa dos

sangradouros, o que aumenta a capacidade de penetração e a quebra das ondas diretamente sobre a duna frontal, remobilizando uma quantidade maior de sedimentos.

Após essa erosão os sedimentos são transportados pelos fluxos dos sangradouros em direção à linha de água, onde os fluxos perdem capacidade trativa pela desaceleração dos fluxos de corrente, resultando na deposição das areias na forma de pequenos “deltas”, evidenciados pela elevação topográfica relativa dos perfis na porção inferior de estirâncio. Esse comportamento também foi observado por Pereira da Silva (1998) para o sangradouro presente no perfil Barcaça no Rio Grande do Sul, o qual possuiu características similares aos perfis PBA e POA. Deve-se fazer uma ressalva e considerar também as alterações intrínsecas ao pacote sedimentar presente no perfil praia e não apenas a contribuição do sangradouro para a formação dos depósitos supracitados.

Após o encerramento da desembocadura do sangradouro no mês de julho, pôde-se observar a erosão desse “delta” depositado no estirâncio. Com a reabertura da desembocadura fica evidente a capacidade de transporte desse corpo de água pelo restabelecimento dessa feição, com apenas 30 dias de intervalo, onde nota-se pelos gráficos de dispersão (FIGURA 22 B) uma elevação do perfil F, o qual se localizou na calha ativa do sangradouro, em relação aos perfis adjacentes.

Motivado pelo sentido SE/NE da corrente de deriva longitudinal ocorreu a deposição de sedimentos e a consequente acresção na porção S em PBA e POA, como evidenciado nos MDEs de ambas as praias. Segundo Elwany *et. al.*, (2003) esse comportamento também foi observado na desembocadura da laguna de San Dieguito, em Del Mar na Califórnia. Nessa região as ondas incidem de N para S. Com isso ocorre uma maior acresção na porção N e erosão na porção S da desembocadura. Além disso, é evidente o maior grau de mobilidade da praia, na margem N da desembocadura, onde as ondas mais fortes, de inverno, tendem a erodir a porção S da praia.

Nordstrom & Jackson (1992; apud Jackson 2002) observaram em seus estudos que em praias oceânicas, ocorre a movimentação de sedimentos do pós-praia para a porção submersa da antepraia. Esta movimentação é geralmente ocasionada pela variação na energia das ondas, devido às variações na velocidade do vento e eventos como os de ressaca. A elevação da altura das ondas causa erosão do pós-

praia e da porção subaérea do estirâncio e deposição na parte submersa da antepraia.

Esse comportamento foi similar nos perfis PBA e POA, pois nos meses de maio e junho ocorreu o fechamento de ambas as desembocaduras dos sangradouros, durante um período de aproximadamente 15 dias. Isto em decorrência de 10 eventos consecutivos de ressaca, que alteraram o padrão de ondas da região, gerando ondulações provenientes do quadrante S, com Hs de 2,5 m, à 10 m de profundidade, que ao quebraram na costa erodiram e retrabalharam os sedimentos do pós-praia.

No PBA a ação das ondas levou à erosão da berma localizada à S, e da duna frontal na porção N do perfil, retrabalhando esses sedimentos e dispondo deste material ao longo da área amostrada, e na porção submersa dos perfis, levando ao assoreamento da calha ativa e posterior fechamento da desembocadura. Com isso observou-se uma erosão generalizada ao longo do PBA.

No POA a ação da hidrodinâmica marinha foi similar à ocorrida no PBA. Porém ocorreu a abertura de forma artificial da calha ativa do sangradouro, pela escavação de uma vala de escoamento, efetuada pelos moradores e pescadores da região. Com isso ocorreu a retirada dos sedimentos de forma artificial do pós-praia, de uma porção externa da área de abrangência do estudo (atrás da linha de costa média), sendo depositados pela ação das ondas e dos fluxos do sangradouro ao longo do perfil explicando a acresção encontrada para essa região. Essas modificações levaram a uma declividade menos abrupta, tendendo ao plano, e com feições menos marcadas ao longo dos perfis a não ser pela presença da calha ativa do sangradouro no POA.

Os alagamentos relatados por moradores dos balneários Olho D'Água e Marisol, foram associados ao fechamento da desembocadura do sangradouro Olho D'Água. Em todas estas oportunidades, houve abertura artificial para a drenagem das áreas urbanas atingidas. Eventos similares são relatados no balneário Cassino, na costa do Rio Grande do Sul (CALLIARI & FIGUEIREDO, 2005) e também no estado de New South Wales (BARTON & SHERWOOD, 2004), onde é frequente o processo de desobstrução artificial das desembocaduras desses corpos aquosos para a minimização de riscos relacionados a alagamentos.

Apesar do encerramento das desembocaduras desses sangradouros, eles ainda assim são considerados permanentes segundo a classificação proposta por Pereira

da Silva (1998), pois dos 161 dias de amostragem, os sangradouros mantiveram suas calhas ativas durante 146 dias, ficando encerrados apenas 15 dias durante o período, correspondendo a 90,68% do tempo ativos.

Entre os meses de maio e junho pôde ser observada a inversão da corrente de deriva litorânea, na porção NE do Arco Praia de Praia de Leste devido aos eventos consecutivos de alta energia de ondas que atingiram o litoral paranaense. Isso pode ser observado pelo escarpamento na margem sul da calha ativa do sangradouro Barrancos no mês de maio. Essa evidência morfológica condiz com a descrição desse evento feita por Noernberg & Marone (2002), onde a corrente de deriva segue de NE para SW ao longo do município de Pontal do Paraná, devido às restrições batimétricas impostas pelas ilhas e pelo delta de maré vazante presente nessa área.

No restante do período amostrado observa-se uma migração das desembocaduras dos sangradouros na direção NE, estando em conformidade com a direção da corrente de deriva litorânea descrita por Giannini *et. al.* (1995) e Alves & Lamour (2011). Na região do sangradouro Olho D'Água Alves (2010) obteve vetores de tendência de transporte normais à costa. Com uma área de influência de 25.300 m² e taxas de transporte médio de 2,92 m³.m⁻¹.s⁻¹ a presença desse corpo de água pode ter ocasionado a alteração na orientação desses vetores, mostrando que o poder de transporte dos sangradouros pode ser significativo para esse local.

Os volumes erodidos e depositados ao longo dos seis meses de estudo não apresentaram um padrão. Esses dados não condizem com os trabalhos anteriores efetuados para as praias da região, sendo que geralmente foram observados períodos erosivos nos meses de inverno e de acreção nos meses de verão (SOARES *et. al.*, 1997; BORZONE *et. al.*, 1998). Foram observados panoramas distintos de acreção e erosão em um mesmo mês para os perfis PBA e POA. Isso pode indicar uma ação diferenciada das forçantes hidrodinâmicas e dos próprios fluxos dos sangradouros nas praias estudadas. Outro fator a ser considerado, para o perfil POA, é a influência antrópica relativa a desobstrução do curso do sangradouro. Com a deposição de sedimentos na área de amostragem foi registrado um período deposicional, onde a tendência seria de erosão, devido à ação dos eventos de agitação marinha acentuada, como observado no perfil PBA para o mês de junho.

Ao comparar os dados de precipitação com os dados de fluxo, não foi encontrada uma relação direta conforme descrito por Serpa (2008) para a área estudada. Essa evidência pode ser observada através das figuras, onde a

precipitação acumulada durante 7 dias antes da amostragem dos fluxos foi de 0 mm, sendo que os fluxos dos sangradouros foram mensurados em ≈ 50 cm/s. Isso provavelmente ocorreu devido a alimentação contínua desses sangradouros pelo nível freático. O corpo de água estudado por Serpa (2008) possui características intermitentes, onde ocorrem variações no abastecimento das águas provenientes do nível freático. Tornando esse tipo de sangradouro mais sensível as variações nas precipitações pluviométricas, se comparados aos sangradouros permanentes.

Ao longo do período de estudo não foram observadas mudanças significativas na granulometria dos perfis PBA e POA. Os sedimentos encontrados na armadilha e ao longo dos perfis são provenientes de áreas fonte próximas, como as dunas frontais e a porção imersa dos perfis como observado por diversos autores (VEIGA *et al.*, 2004; LAMOUR, 2007; ALVES & LAMOUR, 2010). Porém pôde-se observar um afinamento dentro dos limites da classe areia fina, que foram amostradas na calha ativa dos sangradouros, indicando a efetividade do transporte efetuado por esses corpos aquosos.

Nos meses de outono e inverno ocorreu um engrossamento dos sedimentos dentro da classe areia fina. Isso se deveu as ondas de 2,5 m (a 10 m de profundidade) associadas aos eventos de ressaca ocorridos no mês de maio, as quais possuem maior poder de transporte, depositando esses sedimentos no pós-praia e na face praial e remobilizando os sedimentos finos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As praias sob influência de sangradouros permanentes nos balneários Barrancos e Olho D'Água são caracterizadas como intermediárias e dissipativas. No interior da calha ativa desses corpos de água ocorre uma tendência maior à dissipação, devido à escavação do pós-praia e uma menor declividade do perfil praial, além de um leve afinamento da granulometria.

As modificações morfológicas ocorridas ao longo dos seis meses de estudo se deveram à ação conjunta entre as forçantes hidrodinâmicas e aos fluxos dos sangradouros. A construção de feições como uma berma e uma barra arenosa longitudinal ocorreu pelo acúmulo de sedimentos na porção S das áreas estudadas, evidenciando a influência da corrente de deriva litorânea, com sentido NE, nas praias da região.

Foi observada a influência dos eventos de agitação marítima acentuada denotada pela erosão do PBA no mês de junho, pela morfologia mais plana dos perfis nos meses de junho e julho, além do fechamento das desembocaduras dos corpos aquosos presentes nesses perfis de junho. Isso ocorreu por uma remobilização dos sedimentos, do pós-praia e das dunas frontais adjacentes à calha ativa dos sangradouros, assoreando os canais ativos, devido a ação de ondas com maior potencial energético.

Devido a urbanização às margens da gamboa que drena os Balenários Olho D'Água e Marisol ocorreram alagamentos que indicaram um sistema de drenagem dessas áreas urbanas deficiente, exigindo a abertura artificial da calha do sangradouro para o escoamento dessas águas em direção ao mar, modificando significativamente a morfodinâmica do perfil praial e levando à deposição artificial de sedimentos em um período de tendência à erosão.

Devido ao método de peneiramento utilizado ter possuído um intervalo de $\frac{1}{2}$ phi, não foi possível a detecção de variações na granulometria nos perfis estudados. Sugere-se para trabalhos futuros o peneiramento com intervalos de $\frac{1}{4}$ de phi para uma melhor compreensão das modificações que ocorrem nas áreas adjacentes e no interior das calhas ativas desses corpos de água.

Para uma melhor compreensão da influência na sazonalidade na morfodinâmica de praias com a influência de sangradouros, sugere-se a aquisição contínua de dados para uma melhor avaliação das modificações decorrentes à sazonalidade e ciclicidade dos eventos de erosão e deposição que ocorrem nesse tipo de praia.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L. C., LAMOUR, M. R. 2011. Tendências de Transporte Sedimentar ao Longo das Praias do Município de Pontal do Paraná (PR): Dados Preliminares. **XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA)**, 5, Armação de Búzios. Resumos Expandidos.
- ANGULO, R.J. 1993^a. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. **Boletim Paranaense de Geociências**. n.41. 52-72p. Editora UFPR. Curitiba.
- ANGULO, R.J. & ARAÚJO, A.D. 1996. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 44. 7-17p. Curitiba, UFPR.
- ANGULO, R.J. 1996. Problemas na terminologia de ambientes e subambientes litorâneos clásticos dominados por ondas. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 44, p. 51-57.
- ANGULO, R. J.; LESSA, G. C.; SOUZA, M.C. 2009. The Holocene Barrier Systems of Paranaguá and Northern Santa Catarina Coasts, Southern Brazil. In: Dillenburg, S. R.; Hesp, P. A. **Geology and Geomorphology of Holocene Coastal Barriers of Brazil**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- BARTON, J., SHERWOOD, J. 2004. **Estuary Opening Management in Western Victoria: An Information Analysis**. Report No. 15. Parks Victoria, Melbourne.
- BEER, T. 1997. **Environmental Oceanography**. Segunda edição. Editora: CRC, Boca Raton, Florida, Estados Unidos da América, 367p.
- BIGARELLA, J.J.; FREIRE, S.S.; SALAMUNI, R.; VLANA, R. 1966. Contribuição ao estudo dos sedimentos praias recentes II - Praias de Matinhos e Caiobá. **Boletim da Universidade Federal do Paraná, Geografia - Física**, Curitiba, v. 6, p. 1-113.
- Borzzone, C.A.; Tavares, Y.A.G. & Barros, F.C.R. 1998. Beach morphodynamics and distribution of *Mellita quinquiesperforata* (Leske, 1778) on sandy beaches of southern Brazil. In: Moodi, R. & Telford, M. (Eds). 9th international echinoderm conference, Balkema:Rotterdam. p. 581-586.
- BIGARELLA, J.J.; BEKER, R.D.; DE MATOS, D.J.; WENER, A. 1978. **A Serra do mar e a porção oriental do estado do Paraná. Um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional)**. Governo do Estado do Paraná, Secretaria de Estado do Planejamento – Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA). Curitiba, 248p.
- BIRD, E. C. F. 2008. **Coastal geomorphology : an introduction**. Segunda edição. Editora: John Wiley & Sons Ltd. West Sussex, Inglaterra, 411p.

CAMARGO, M. G. 2006. SysGran: Um sistema de código aberto para análises granulométricas de sedimento. **Revista Brasileira de Geociências**, v 36, n. 2, p. 371-378.

DEAN, R. G.. 1973. Heuristic models of sand transport in the surf zone. **In: CONFERENCE ON ENGINEERING DYNAMICS IN THE SURF ZONE**. Proceedings. Sydney, Institute of Engineers, p. 208-214.

ELWANY, M. H. S., FLICK R. E., HAMILTON M. M. 2003. Effect of a Small Southern California Lagoon Entrance on Adjacent Beaches. **Estuaries** Vol. 26, No. 3, p. 700–708.

FIGUEIREDO, S. A. & CALLIARI, L. J. 2005. Sangradouros: Distribuição Espacial, Variação Sazonal, Padrões Morfológicos e Implicações no Gerenciamento Costeiro. **Gravel**, nº3, p. 47-57.

FOLK, R.L.; WARD, W.C. 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 27 (1), 3-27.

FONTOURA, J. A. S., 2004. **HIDRODINÂMICA COSTEIRA E QUANTIFICAÇÃO DO TRANSPORTE LONGITUDINAL DE SEDIMENTOS NÃO COESIVOS NA ZONA DE SURFE DAS PRAIAS ADJACENTES AOS MOLHES DA BARRA DO RIO GRANDE, RS, BRASIL**. 298 Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental), Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GIANNINI, P.C.F. & ANGULO, R.J. & SOUZA, M.C. & KOGUT, J.S. 1995. Evidências de um padrão celular de correntes de deriva litorânea na costa leste da Ilha do Mel - Paraná. **In: CONGRESSO ABEQUA (ASSOC. BRAS. EST. QUATERNARIO)**, 5, Niterói. Resumos Expandidos, 120-127.

GLOSSÁRIO: Integrated Journal of Coastal Management. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/glossario/paramsimilarsurf.html>. Acesso em 20/10/11.

GUZA, R. T. & INMAN, D. L., Edge waves and beach cusps. **Journal of Geophysical Research**, 80., 2997-3012.

IRIBARREN, C.R. & NOGALES, C. 1949. Protection des Ports. **XVIIth International Navigation Congress**, Section II, pp.31-80.

JACKSON, N. L.; NORDSTROM, K.F.; ELIOT, I. MASSELINK, G., 2002 'Low Energy' Sandy Beaches in Marine and Estuarine Environments: a Review. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 48, p. 147-162.

KRAUS, N. C., 1987. Application of Portable Traps for Obtaining Point Measurements of Sediment Transport Rates in the Surf Zone. **Journal of Coastal Research**, 2(2): 139-152.

LAMOUR, M. R. 2007. **MORFODINÂMICA SEDIMENTAR DA DESEMBOCADURA DO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ – PR** 107. Tese (Doutorado em Geologia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

LAUBE, D. M.; SOUZA, M. M.; LAMOUR, M. R. 2011. Cálculo do Transporte Sedimentar em Sangradouros nas Praias do Paraná: Resultados Preliminares. **XIV Congresso Latino Americano de Ciências do Mar – COLACMAR.**, Balneário Camboriú.

LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. 2000. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. **In: Ecological Studies, Coastal Marine Ecosystems of Latin America.** 144,131-145 p.Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

LIMA, M. G. P, MARONE, E., NOERNBERG, M. A., NETTO JÚNIOR J. B. P., ANGULO, R. J. 2009. Clima de Ondas no Estado do Paraná. **VIII Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite – OMAR-SAT.**, Arraial do Cabo.

MARONE, E. & CAMARGO, R. 1994. Marés meteorológicas no litoral do Estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. **Nerítica.** n. 8 (1-2), p. 99-107.

MARONE E. & GUIMARÃES, M.R. & Prata JR., V.P. & KLINGENFUSS, M.S. & CAMARGO R. 1995. Caracterização física das Condições Oceanográficas, Meteorológicas e Costeiras das zonas Estuarinas da Baía de Paranaguá, PR. **VI Congresso Latinoamericano de Ciencias del Mar.** Mar del Plata, Argentina.

NOERNBERG, M. A.; MARONE, E. 2002.. Coastal cell circulation driven by tidal and longshore wave-generated currents detected by Landsat-7. **In: International Biennial Conference on Physics of Estuaries and Coastal Seas,** Hamburgo. Pathways of Matter in Estuaries and Coastal Seas, p. 159-162.

ODRESKY, L. L. R., SOARES, C. R., ANGULO, R. J., SÁ, F., VEIGA, F. A., LAMOUR, M. R., CARRILHO, J. C. 2003. Aplicação de Técnicas Geoestatísticas na Modelagem da Distribuição dos Sedimentos de Fundo da Baía de Antonina e Porção Ocidental da Baía de Paranaguá-PR. **II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa; IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário; II Congresso do Quaternário dos Países de Língua Ibéricas.** Recife.

OLIVEIRA, A. S. 1986. **Interações entre Sistemas Frontais na América do Sul e Convecção na Amazônia.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia), INPE-4008-TDL/239, 134 p.

OLIVEIRA, E.; DOURADO, M. 2010. Caracterização Sazonal do Vento na Baía de Paranaguá-PR. **III Congresso Brasileiro de Oceanografia – Rio Grande – RS – Brasil.**

PAULA, E. V. 2005. **Dengue: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Estado do Paraná (1993-2003)**. 164 f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

PAULA, E. V. 2010. **Análise da Produção de Sedimentos na Área de Drenagem da Baía de Antonina/PR uma abordagem geopedológica**. 168 Tese (Doutorado em Geografia) - Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

PEREIRA DA SILVA, R. 2003. The influence of washouts on the erosive susceptibility of Rio Grande do Sul between Cassino and Chuí beaches, Southern Brazil. **Journal of Coastal Research**, SI 35: 332-338.

QUADROS, C.J.L. 2002. **Morfodinâmica praial associada a passagens de sistemas frontais em duas praias arenosas do litoral paranaense**. Dissertação (Mestrado em Geologia) Universidade Federal do Paraná., Curitiba.

REBOITA, M. S., GAN, M. A., DA ROCHA, R. P., AMBRIZZI, T. 2010. Regimes de Precipitação na América do Sul. Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, 185 – 204.

RODRIGUES, M. L. G.; FRANCO, D.; SUGAHARA, 2004. S. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, v.22. nº 2, São Paulo.

SAMPAIO, R. 2006. **Uso Balneário, Apropriação do Espaço e Meio Ambiente em Pontal do Paraná, Litoral Paranaense**. 223. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento), Universidade Federal do Paraná.

SANTOS FILHO, J. R. 2009. **Geomorfologia da Plataforma Continental do Estado do Paraná e Norte de Santa Catarina**. 67, Monografia (Graduação em Oceanografia), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

SERPA, C. G. 2008. **Estudo da influência dos fatores climáticos, hidrológicos e morfológicos no ciclo de vida de um sangradouro intermitente, Praia do Cassino, Brasil**. 95. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Oceânica), Universidade Federal do Rio Grande.

SERPA, C. G.; FONTOURA, J. A. S.; ALBUQUERQUE, M. G.; BALDEZ, A. L. 2008. Gerenciamento de Áreas Úmidas Relacionadas À Presença de Sangradouros na Zona de Transição entre Praias e Dunas e Planície Costeira. **III Congresso Brasileiro de Oceanografia**.

SHORT, A.D. 1999. **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. Editora John Wiley & Sons Ltd., New York,. 392p.

SOULSBY, R., L. & THOMAS TELFORD SERVICES LIMITED 1997. **Dynamics of Marine Sands**. Thomas Telford Publications, London.

SOUZA, C. R. G., HIRUMA, S. T., SALLUN, A. E. M., RIBEIRO, R. R., AZEVEDO, S. J. M. 2008a. "Restinga": Conceitos e Empregos do termo no Brasil e Implicações na Legislação Ambiental. **Instituto Geológico - SMA**. São Paulo, SP, 104 p.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução à Sedimentologia**. USP, São Paulo, 316 p.

SUGUIO, K. 1992. **Dicionário de Geologia Marinha**. T, A. QUEIROZ, LTDA, 171 p.

VEIGA, F. A., ANGULO R. J., MARONE E., BRANDINI F. P. 2004. Características sedimentológicas da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, 55:67-75 (CD-ROM with map).

WALLACE JM & HOBBS PV. 1977 **Atmospheric Science: An Introductory Survey**. Academic Press, Inc, London, 467 pp.

WENTWORTH, C.K. 1922. **A escale of grade and class terms for clastic sediments**. Journal of Geology. USA, v. 30.

WRIGHT, L. D., SHORT, A. D. 1984. Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: A Synthesis. **Marine Geology**. v.56, 193-118p.

WRIGHT, L. D., NIELSEN, P., SHORT, A. D., CAFFEY, F. C., & GREEN, M. O. 1975. Nearshore and surfzone morphodynamics of a storm wave environment: Eastern Bass Stait, Australia. **Coastal Studies Unity, University of Sydney, technical Report**, 82/3. 1-154.

YOUNG, C.K. 2010. **Handbook of Costal and Ocean Engineering**. Editora World Scientific Publishing Co.Pte.Ltd., Hackensack. 1162p.